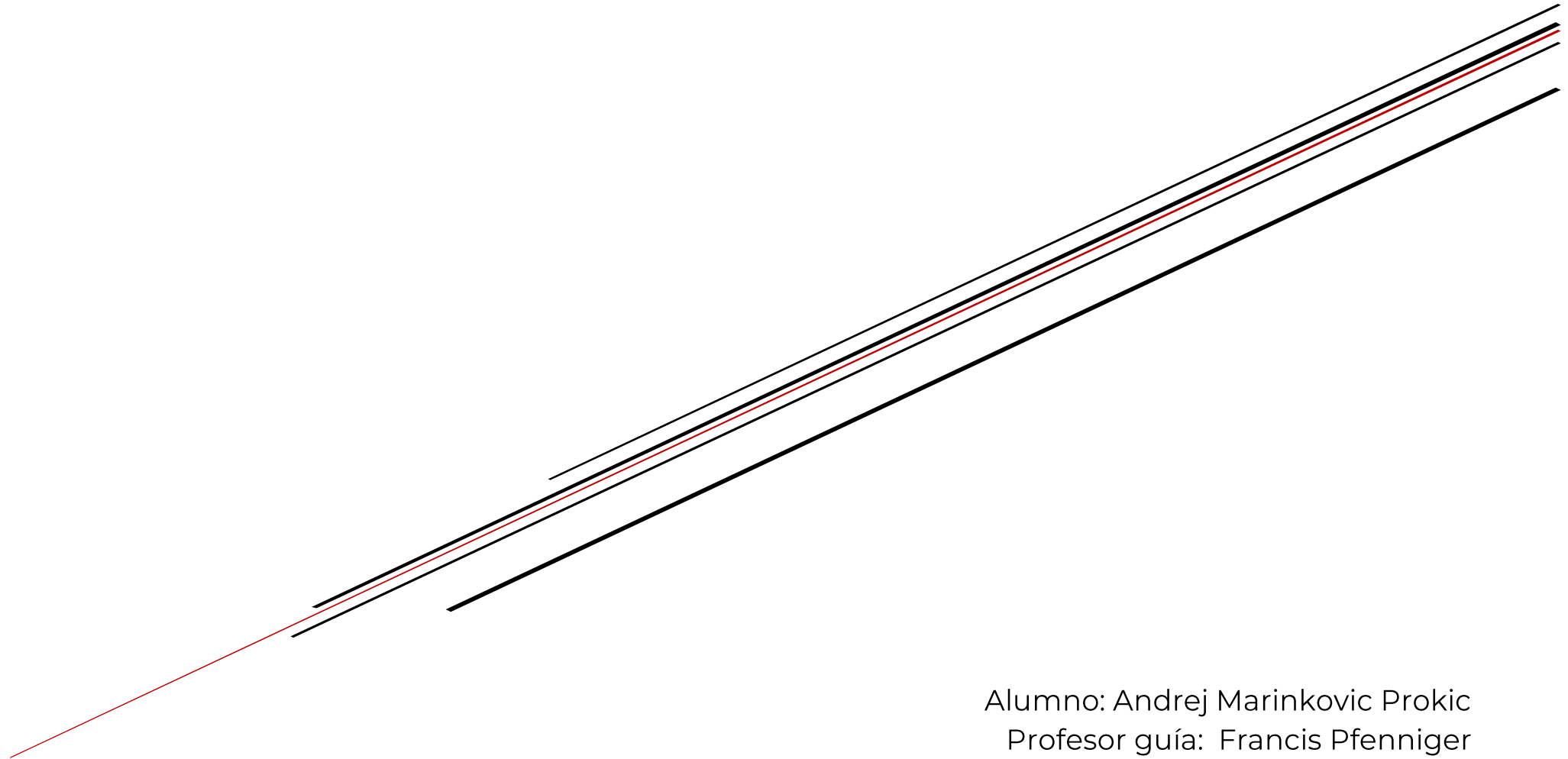


# Marhumedero\* en Chanavayita

Regeneración del entorno inmediato y un aporte a la comunidad



Alumno: Andrej Marinkovic Prokic  
Profesor guía: Francis Pfenniger

## Agradecimientos

Primero que todo me gustaría agradecer a mi primer profesor guía, Miguel Casassus, por ayudarme a encontrar un tema, explorar áreas fuera de lo común y ver la arquitectura desde otras perspectivas.

Quiero agradecer enormemente a Francis Pfenniger, mi profesor guía, por aceptarme tardíamente en el taller y ayudarme a sacar adelante esta memoria. Sin olvidar su gran disposición y ayuda, tanto en lo personal como en lo académico. Paralelamente, quiero agradecer al ex profesor de la facultad Luis Goldsack, el cual me aconsejó durante todo el proceso y el que fue uno de mis pilares principales en este proceso, tanto por su sabiduría como por su bondad y por soportar mis quejas.

Paralelamente a Víctor García y el profesor Raúl Carmona por ser mi vínculo directo con la comuna de Iquique, la disposición y apoyo que me han dado. Y agradecimiento especial al dirigente de la junta de vecinos Luis Cortés por su confianza, información y tiempo.

Quiero agradecer a Patricia Estay por abrirme puertas hacia el mundo del cultivo, por los contactos y apoyo que me ha dado.

Finalmente, quiero agradecer a distintos profesores por sus consejos y opiniones, profesionales de distintas disciplinas por informarme y aconsejarme desde su punto de vista profesional. Y como último, pero clave en un proceso de titulación, a mi familia, polola y amigos por el apoyo emocional, sin el cual es difícil seguir un camino así.

## Motivaciones

Durante la formación como arquitecto en la facultad, he aprendido lo bonito que es la profesión, pero sobre eso, la posibilidad que genera la arquitectura de no solo suplir una necesidad o un encargo, sino ser un aporte de carácter social. Esto llega a tal nivel que los límites son solo trabas para pensar más allá de las cuatro paredes y ser un ente de cambio. Como un profesor mío dijo una vez: “formamos ciudadanos que pueden soñar y crear la ciudad en la que quieren vivir”. Al decir ciudad también puede interpretarse como el mundo en el que queremos vivir.

A través del último año se han presentado constantes cambios a nivel nacional e internacional, abarcando eventos como la pandemia, revolución e injusticias... Han salido a la luz millones de cosas que nos hacen cuestionar cada detalle que nos rodea, su razón de ser y origen. Pero, la más importante, que ha durado mucho más que el último año, es el cambio climático, que, como cada una de las situaciones anteriores, grita por un cambio en nuestro vivir y forma de entender el mundo. La arquitectura tiene un rol en cada una de estas, pero el área que me cautiva, o bien me genera la obligación de realizar un cambio profundo, es el calentamiento global. Es en éste donde aparece la búsqueda de un paso más allá de la sustentabilidad: la regeneración. Este concepto se presenta, no solo como un cambio, sino como la invitación a corregir lo que hemos hecho hasta ahora.

Finalmente, creo fuertemente que la arquitectura no solo repercute en el ambiente en el que nos desenvolvemos, sino también en el diario vivir de las personas. En el transcurso de la carrera me he convencido de que

nuestra disciplina influye directamente en las personas y a fin de cuentas es para quien construimos. Por lo que el usuario, a mi parecer, es la prioridad.

## Índice

<b>Agradecimientos.....</b>	<b>2</b>
<b>Motivaciones.....</b>	<b>3</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>5</b>
<b>Capítulo 1: Porque el cambio es inminente .....</b>	<b>6</b>
Cambio Climático.....	6
Población.....	7
Alimentos y Desertificación.....	7
<b>Capítulo 2: Alternativa de avance .....</b>	<b>10</b>
<b>De la sustentabilidad a la regeneración .....</b>	<b>10</b>
<b>El Sistema “Seawater Greenhouse” .....</b>	<b>12</b>
Referentes: Somalilandia, Sundrop y Sahara Forest Project.....	14
<b>El agua como recurso infinito .....</b>	<b>16</b>
<b>Rol de la arquitectura en las innovaciones tecnológicas.....</b>	<b>19</b>
<b>Capítulo 3: El recambio de Chile.....</b>	<b>20</b>
<b>Contexto Nacional .....</b>	<b>20</b>
Sequías y Desertificación.....	20
Cultivos.....	21
<b>Lugar de intervención .....</b>	<b>23</b>
Criterios de selección .....	23
<b>Chanavayita .....</b>	<b>24</b>
Clima y Geografía.....	24

Situación de la caleta.....	27
Abastecimiento de agua .....	30
<b>Impacto del proyecto en su contexto .....</b>	<b>31</b>
Ideas generales de proyecto y limitaciones.....	32
Vegetación .....	36
Exploración de adaptación de forma .....	37
Resultados Esperados y Futuros Desafíos.....	41
<b>Bibliografía y Referencias.....</b>	<b>42</b>
<b>Anexo 1 (referenciado en la página 24).....</b>	<b>46</b>
Opciones de Emplazamiento:.....	46
<b>Anexo 2 (referenciado en la página 29) .....</b>	<b>47</b>
Plano de Alcantarillado Chanavayita:.....	47
<b>Anexo 3 (referenciado en la página 30) .....</b>	<b>48</b>
Imagen Objetivo Chanavayita 2020 .....	48



## Abstract

El desarrollo de la civilización y la urbe se ha desconectado del proceso de la naturaleza de tal manera que ha interrumpido el ciclo natural del agua, creando como consecuencia **desertificación**, sequías y otros problemas asociados a este desbalance. Por otra parte, desde 1960 la población mundial ha pasado de ser alrededor de 3 billones de personas a casi 8 billones en solamente 60 años. Cada una de estas personas necesita agua, comida y oxígeno para sobrevivir.

Ninguno de estos fenómenos es externo al contexto nacional, donde las condiciones desérticas se expanden anualmente 500 metros hacia el sur (Comisión Nacional de Medioambiente, 2009), poniendo en riesgo la habitabilidad y **producción de alimentos**.

Es por ello, que el proyecto busca adaptar un sistema de Marhumedero<sup>1</sup> para el cultivo y regeneración de la tierra en zonas áridas. Para esto se escoge la ubicación de **Chanavayita**, región de Tarapacá. El objetivo es no solo dar la posibilidad de producir sus propias hortalizas y/o frutícolas en una zona de carencia de estas, sino crear un **híbrido** con el parque propuesto por la Municipalidad, aportar en las áreas verdes y crear un **espacio público productivo**.

Gracias al proyecto se podrá implementar el **cultivo de hortalizas y frutícolas a nivel local**, ampliar las posibilidades **laborales en la**

---

<sup>1</sup>Sistema que utiliza el agua de mar para enfriar y humidificar el interior de un espacio cerrado de cultivo, generando el efecto contrario a un invernadero convencional.

**comunidad**, contribuir con espacios públicos y ser un referente de **diseño regenerativo** de futura propagación.

## Capítulo 1: Porque el cambio es inminente

### Cambio Climático

“El globo terráqueo está bien por sí solo, no hay que preocuparse por él. Nosotros somos el problema, el planeta Tierra viviría felizmente sin el ser humano” (Putman, D. 2014). El cambio climático es una causa del calentamiento global que ha sido provocada por el ser humano, efecto que comenzó con la revolución industrial (figura 1).

Este fenómeno se produce principalmente por la acumulación de los GEI<sup>2</sup> en la atmósfera, los cuales aumentan su volumen. Esto repercute en una mayor acumulación de radiación solar en el planeta, excediendo al efecto invernadero<sup>3</sup> natural. Consecuentemente, la temperatura del planeta se empieza a elevar, creando alteraciones de distinto tipo en el ciclo natural del planeta Tierra. Cabe destacar que el GEI más presente (77%) en la atmósfera es el dióxido de carbono, el cual es producido por la ignición de combustibles fósiles<sup>4</sup>, producción de industrias y biomasa (quema de madera u otros).

A pesar de ser conscientes de las consecuencias ya hace más de 30 años (Revkin, A. 2018), los índices de CO<sub>2</sub> producidos anualmente a nivel global no han disminuido (figura 1). Este fenómeno se ha visto afectando los

<sup>2</sup> Los gases de efecto invernadero (GEI) son el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), hidrofluorcarburos (HFCs) y el perfluorcarburos (PFCs), respectivamente según cantidad presente en la atmósfera.

océanos; derritiendo los polos que elevan el nivel de agua, los cuales causan inundaciones periódicas alrededor del mundo. La elevación de temperatura genera alternaciones y polariza el clima, haciéndolo más extremo. El abastecimiento de comida se hace más complejo y la tierra que puede ser cultivada es más escasa. Finalmente, la salud de las personas en ciudades se ve afectada directamente por los índices de contaminación aumentando distintos problemas respiratorios, cardiovasculares y tipos de cáncer.

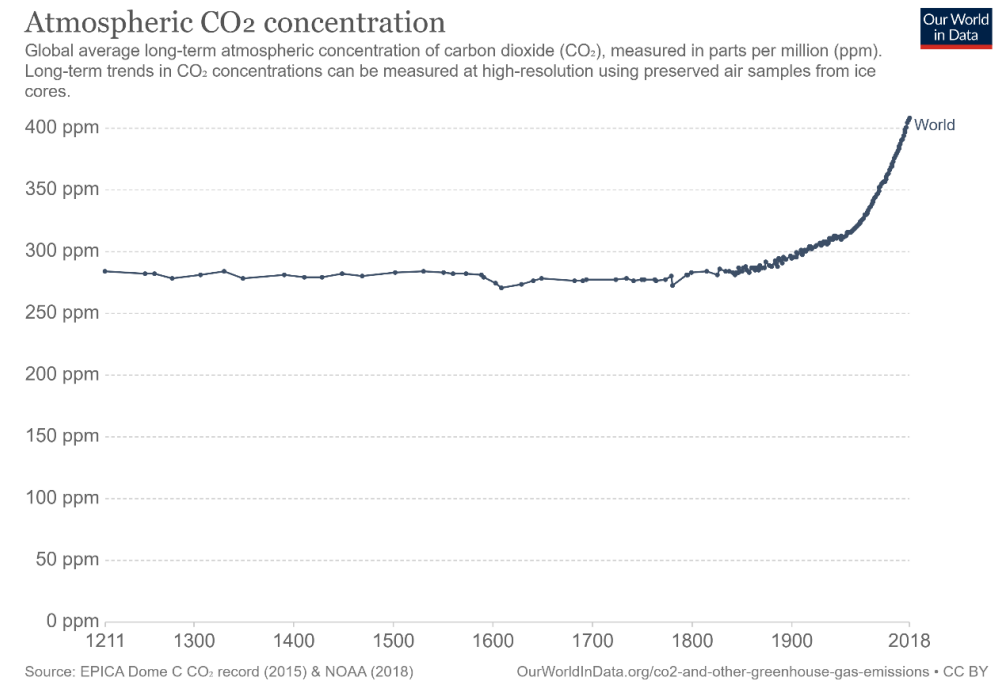


Figura 1

<sup>3</sup> Fenómeno natural que permite a nuestro planeta mantener las condiciones necesarias para albergar vida capturando algunos rayos solares que llegan a la corteza terrestre (Acciona, 2020)

<sup>4</sup> Principalmente carbón, petróleo y gas natural. Aún principales fuentes de energía del planeta.

## Población

El área de la construcción se ha acelerado de la tal manera, que se construye el equivalente de una ciudad de Nueva York cada mes a nivel global y se proyecta que esto va a seguir sucediendo por 40 años con la misma magnitud. (UN, 2017). Esto se debe, en parte, a la demanda que hay y la demanda futura que va a haber para habitar en una ciudad.

Desde el nacimiento de mi padre de 66 años (1955) hasta la fecha (2021) la población mundial ha aumentado casi tres veces (figura 2).

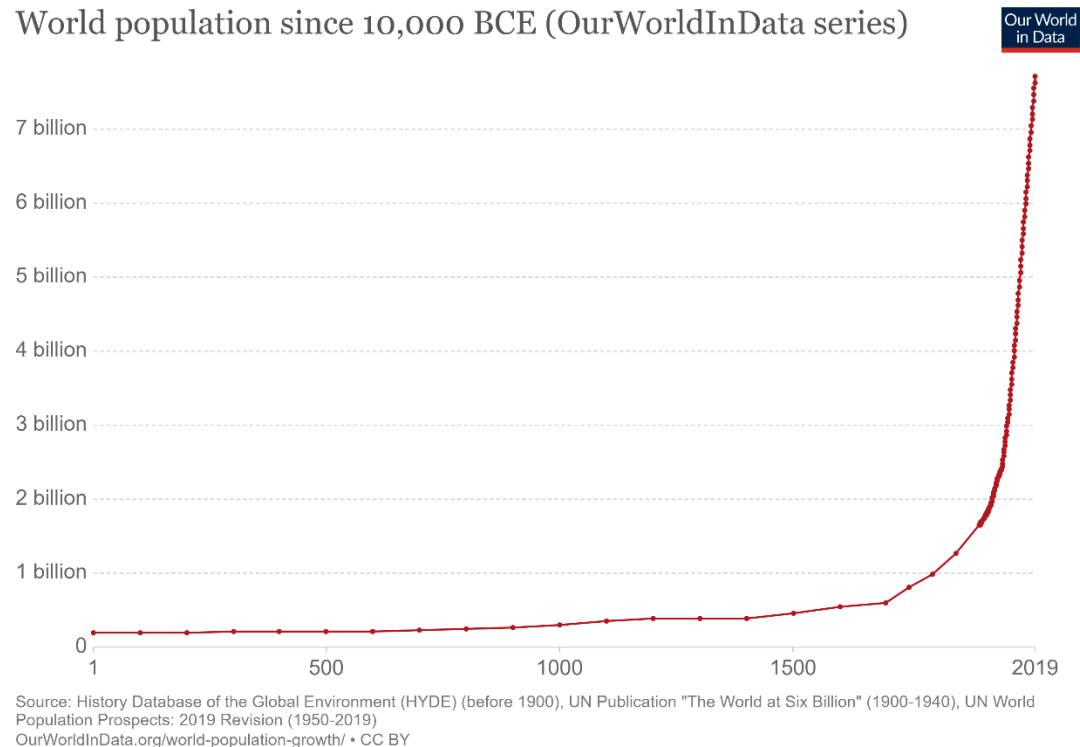


Figura 2

Cada una de estas personas necesita comida, agua fresca y aire para sobrevivir. Paralelamente, se ha evidenciado que el acto individual más efectivo para combatir el cambio climático es tener menos hijos (Sigal, S. 2020). La natalidad mundial se predice que va a disminuir dado los accesos a educación y equidad de género. Pero esto no va a suceder hasta 2100, donde ya se va a haber alcanzado cerca de 11 billones de personas, y además el promedio de edad va a haber aumentado una década (de 30 a 40 años).

## Alimentos y Desertificación

Como fue mencionado anteriormente, billones de personas deben ser alimentadas. Una de las vías para lograrlo ha sido la conversión de bosques en campo de cultivo y urbanización, efecto que rompe con el ciclo natural del agua (esquema 1). Desde 1950 la mitad de los bosques se han perdido en conjunto con la biodiversidad que estos incluyen, efecto que sigue hasta el día de hoy con alrededor de 20 millones de hectáreas destruidas anualmente (Paton, C. 2020). Esto abre la pregunta si es que hay que elegir entre tener comida o tener bosques, sabiendo que estos son la mejor defensa contra el calentamiento global y la principal fuente de oxígeno del planeta.

Las leyendas cuentan que Julio Cesar al llegar al norte de África se encontró con bosques, lugar que hoy es un desierto. Así como este se ha convertido en un desierto, varias zonas del mundo han seguido el mismo camino, donde a la fecha, 40% de la superficie terrestre son "tierras secas" (Nunez, 2019). A pesar de ser un fenómeno que ha ocurrido a lo largo de la historia, este se ha acelerado en un 30-35% más rápido al ritmo histórico (ONU, 2019). Dos billones de personas viven actualmente en tierras secas, y

se estima que esto va a provocar una migración de 50 millones de personas en los próximos 10 años, afectando a más de 100 países. Se estima que el 75% de la tierra está degradada y esto puede llegar a 90% para 2050 (WAD, 2018). La desertificación o “aridificación” de la tierra resulta en dificultades para el cultivo y la recolección de agua, lo que consecuentemente lleva a la migración del sector dañado. Finalmente, la vida en zonas desérticas puede tener efectos directos sobre la salud de la gente, principalmente respiratorios por el aire polvoriento. Un ejemplo de la magnitud de este fenómeno es la región de Alxa League, China, desde 1950 ha perdido un

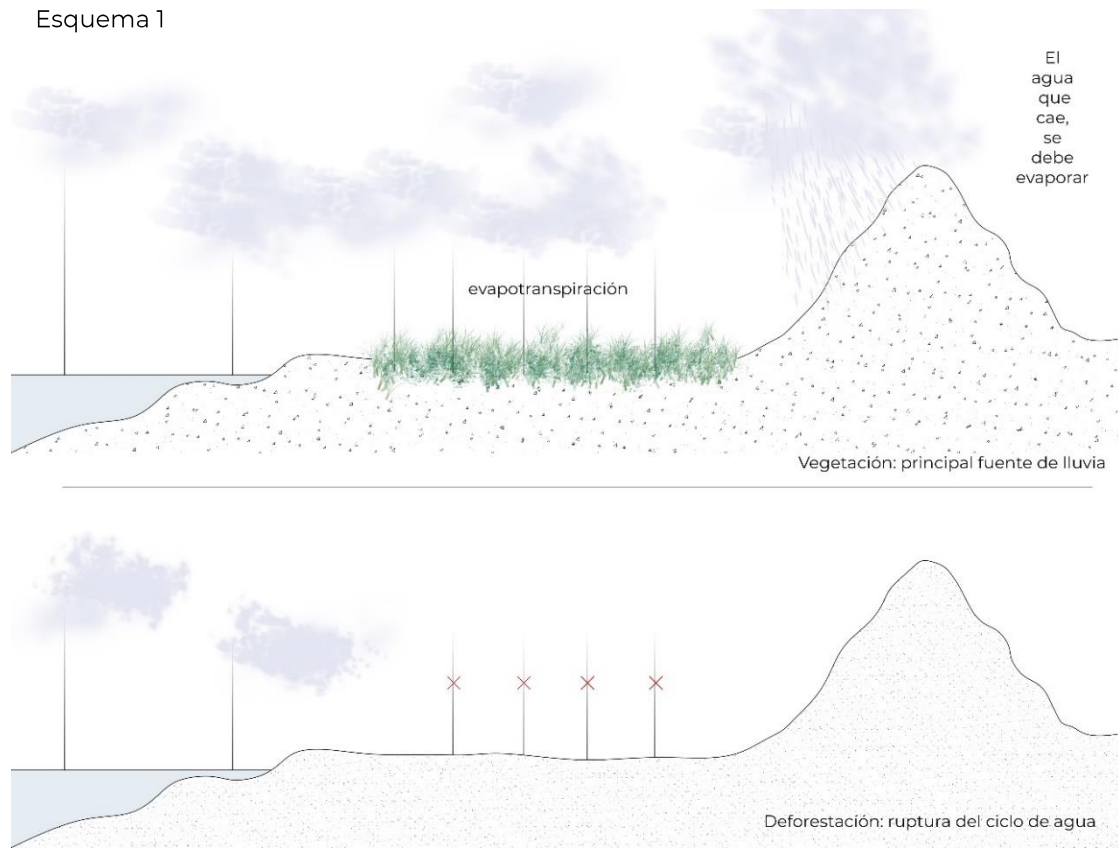
territorio equivalente al de Francia y Alemania combinados, haciéndose parte del desierto de Gobi (Deng, A 2019).

Así como la tierra puede ser parte de la solución al tener bosques y diversidad de vegetación para sanar la tierra y absorber CO2, la agricultura, silvicultura, entre otros usos, son la causa de alrededor de 25% de los GEI. Dejando al margen ese dato, los problemas de degradación del suelo, por si sola, puede traer reducciones en la producción de alimentos en un 12%, sumado a las consecuencias que conllevan el estrés hídrico y todo lo mencionado en el párrafo anterior.

La crisis climática trae consecuencias, que según el informe IPCC<sup>5</sup>, va a ver afectado los 4 pilares de la alimentación: disponibilidad (rendimiento y producción), acceso (precios y capacidad para obtenerlos), utilización (nutrición y cocina) y estabilidad (interrupciones en la disponibilidad). Por una parte, esto es consecuencia de los efectos climáticos que se presentan en la Tierra y por otro, la creciente población y aglomeración de personas en ciudades. Se estima que habrá más de 600 ciudades con una población superior a un millón de personas para 2030. (ONU, 2015). Paralelamente, cabe destacar que la industria alimenticia es el empleo singular que genera más trabajo a nivel mundial, con un 40% de la población (Elton, J. 2014).

A pesar de que se concentra gran parte de las personas en la industria alimenticia, la variedad de los alimentos producidos es mínima. El 75% de la alimentación global proviene de 12 plantas y 5 animales, lideradas por la caña de azúcar, maíz, arroz, trigo y papa (respectivamente según cantidades) (Cuasapaz, P. 2016). Este dato evidencia una de las procedencias del monocultivo, sumado a la gran utilización de químicos, los cuales, a

Esquema 1



Fuente: Elaboración Propia

<sup>5</sup> Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático fundado en 1998

pesar de generar una gran eficiencia de producción y beneficio económico, provoca alteraciones naturales, destrucción de biodiversidad, saturación y destrucción de la tierra, la cual necesita una rotación de vegetales que le entreguen distintos nutrientes a la tierra.

Una de las soluciones, además de la necesidad de tener una rotación y variedad de cultivos para nutrir la tierra, es la eliminación de fertilizantes y pesticidas artificiales para encaminarse así a la reconexión con la tierra. A pesar de ser sustentable a nivel ecológico, cabe preguntarse si es sostenible el cultivo orgánico para el nivel de población emergente. La agricultura orgánica, comparada con los cultivos convencionales, trae beneficios ambientales<sup>6</sup>, de salud y socioeconómicos<sup>7</sup>, y actualmente es solo el 1% del cultivo mundial. Si es que se mantiene la dieta actual, la forma de alimentación y la gestión de esta, no es posible sustentar a toda la población con un cultivo orgánico, según Reganold, J. (2016), considerando que se mantengan las áreas de cultivo.

El cambio climático obliga que no solo se haga un cambio en una, dos o tres áreas, sino también en el sistema total de funcionamiento global. Sus efectos, que son producidos principalmente por las personas, tienen más que solo un impacto climático, pero si se sigue sin cambios drásticos, la población no podrá sobrevivir un siglo más. Por un lado, la población crece como nunca en la historia, pero por otro, las condiciones para alimentar y “oxigenarlas” se hacen cada vez más complejas.

Las soluciones a este problema no son solo tecnológicas, sino también sociales y culturales, donde el aprendizaje es más probable tenerlo

---

<sup>6</sup> Reducción de erosión, mejor calidad de tierra, disminución en contaminación de agua y generación de GEI. Y, finalmente, incremento de biodiversidad.

de las generaciones pasadas que de las actuales. La reconexión con la tierra y todos los seres vivos presentes en ella es la única solución para volver a vivir una vida acorde con el contexto que rodea a cada habitante. El entendimiento de los ciclos naturales, como lo es el ciclo de agua y la urgencia de volver a forestar el planeta presentan una solución más “simple” y efectiva a los constantes inventos hechos por el hombre.

<sup>7</sup> Es más rentable en un 22-33% al ser más caros y compensa a los agricultores en la mantención de la calidad de la tierra (Reganold, J. 2016).

## **Capítulo 2: Alternativa de avance**

### De la sustentabilidad a la regeneración

Lo que más se ha escuchado como vía al cambio, es que hay que ser “sustentable”. Una definición que vale la pena destacar es la establecida en la Comisión de Bruntland (1987), que se sintetiza como: “Satisfacer las necesidades del presente sin comprometer las capacidades de las generaciones futuras para satisfacer las suyas”. A medida que ha pasado el tiempo este concepto se ha dividido en 3 pilares: económico, ambiental y social. “Los cuales se pueden entender como: ganancias, planeta y personas respectivamente” (Beattie, 2019).

El concepto de sustentabilidad se ha masificado enormemente en la mayoría de las industrias, empresas y organizaciones, dada las consecuencias mencionadas anteriormente. Uno de los actos más importantes con respecto a esto ha sido el Acuerdo de París, firmado por 195 países, estableciéndose como el primer acuerdo global para la mitigación y adaptación para el Cambio Climático. Ambos conceptos son definidos por el IPCC como la “Intervención antropogénica para reducir la alteración humana del sistema climático. Esta incluye estrategias para reducir las fuentes y las emisiones de gases de efecto invernadero y mejorar la remoción o el secuestro de gases de efecto invernadero”, y “Ajustes en los sistemas naturales o humanos como respuesta a estímulos climáticos proyectados, reales o sus efectos, que pueden moderar el daño o aprovechar sus aspectos beneficiosos” respectivamente. Cabe destacar que las consecuencias del Cambio Climático son irreversibles, pero su impacto puede ser reducido.

Como se vio en el capítulo anterior, el planeta Tierra se está degradando por distintas razones. Un estudio muestra que dado el ritmo de vida que se lleva hoy en día, se necesita un 50% más de “planeta Tierra” para cumplir con la demanda de recursos. (BBC, 2015). A pesar de que existan objetivos claros para cada país en el Acuerdo de París (los que se evalúan cada 5 años), las emisiones de CO2 no se han reducido (figura 1). Aun así, la gente cada vez está más consciente y de a poco se toman acciones: como la eliminación de bolsas plásticas por la contaminación de los océanos, la implementación de autos eléctricos, el reciclaje como acción emergente, la edificación sustentable, las diferentes certificaciones para este fin, la búsqueda por cero emisiones de CO2, etc., pero las que aún no son suficientes. Es por ello que los cambios en este momento deben ser más abruptos aún. S. Attia (2018) generó un análisis de la evolución del paradigma de la arquitectura sustentable (tabla 1).

Paradigm	Years	Influencer	Paradigm
Bioclimatic architecture	1908–1968	Olgyay, Wright, Neutra	Discovery
Environmental architecture	1969–1972	Ian McHarg	Harmony
Energy conscious architecture	1973–1983	AIA, Balcomb, ASES, PLEA	Energy efficiency
Sustainable architecture	1984–1993	Brundtland, IEA, Feist	Resource efficiency
Green architecture	1993–2006	USGBC, Van der Ryn	Neutrality
Carbon neutral architecture	2006–2015	UN IPCC, Mazria	Resilience
Regenerative architecture	2016–Future	Lyle, Braungart, Benyus	Recovery

Tabla 1 Sustainability paradigms influencing architecture in 20th and 21th century. (S.Attia, 2018)



Acá se muestra que los requerimientos han evolucionado desde una base de eficiencia energética que duró hasta 1983 (en Chile la ley de transparencia por la eficiencia energética será obligatoria recién a mediados del 2022). Seguido por la eficiencia de recursos, neutralidad, pasando por resiliencia y finalmente, en 2016, la aparición de lo regenerativo.

El ejemplo de la construcción de un mueble de madera puede ser una forma simple de entender esta transición. En el sistema actual (normalmente), se corta un árbol para hacer el mueble. Si se pasa a la neutralidad, esto significa que, en la fabricación del mueble, se corta un árbol, pero se planta otro para quedar a la par con lo cogido de la naturaleza. Pero, al estar en un ambiente tan afectado como el que se vive, por cada

mueble se deben plantar 2 árboles, para empezar a recuperar lo que había antes.

Así aparece el concepto de diseño regenerativo. Este se orienta en la etapa del diseño, y la palabra “regeneración” se refiere a la búsqueda de los procesos de **Restaurar, Renovar y Revitalizar** sus propias fuentes de energía, materiales y sistemas ecológicos. Este último usualmente se limita al mundo de las plantas, pero los sistemas ecológicos son, además de las plantas, los animales, suelos, ríos, clima, relieve terrestre, y también, los seres humanos. En otras palabras, se puede definir como: sistemas sostenibles que integren las necesidades sociales a la integridad de la naturaleza. Se suele usar la metáfora referenciada a una flor; la flor entrega más de lo que coge. Esta cosecha toda la energía y agua del sitio donde se encuentra, adaptándose a su entorno y clima. No contamina su alrededor, se compone de sistemas integrados, es fuente de alimento para insectos, contribuye con nutrientes a la tierra y sigue siendo hermosa.

Es importante recalcar las diferencias que tiene con el diseño sustentable y la diferencia con lo convencional (figura 3). Así como el diseño sustentable busca no dañar el ecosistema, el regenerativo busca repararlo. O como se mencionó anteriormente en la definición de sustentabilidad, el diseño regenerativo acoge no solo las generaciones humanas, sino la de todos los seres vivos.

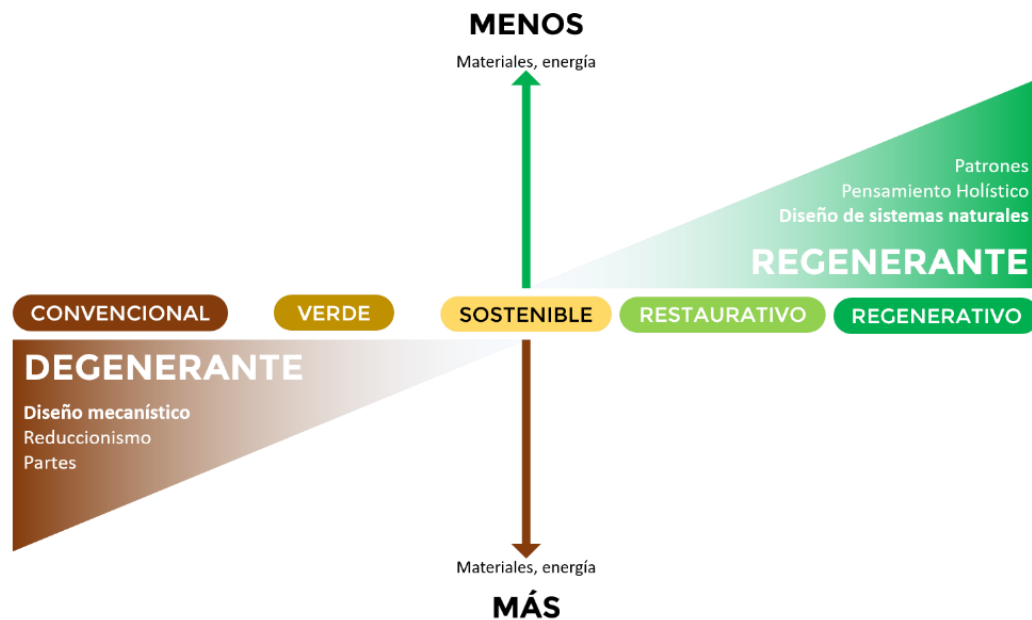


Figura 3

Traducido por Cristian Estrada, de Jeremy Williams, **Earthbound**

## El Sistema “Seawater Greenhouse”

Charlie Paton, fundador y director de Seawater Greenhouse (SWGH) o en español: invernadero de agua de mar o en términos de esta memoria: Marhumedero. Paton creó un concepto que utiliza los recursos más abundantes del planeta (luz solar y agua de mar) generando condiciones óptimas para el cultivo de hortalizas en áreas áridas y de altas temperaturas, es decir, desiertos.

La innovación aprovecha el enfriamiento y la humidificación del vapor de agua que se produce a partir de la evaporación de agua de mar. La combinación del incremento de humedad y la rebaja de temperatura, sumado a la creación de un ambiente que protege el cultivo, reduce hasta un 90% la evapotranspiración. Así se reduce en gran parte la necesidad de riego, ya que el cultivo puede alimentarse en gran medida a través del vapor,

<b>¿Cuánta agua es necesaria para cultivar un kilo de tomates?</b>	
Clima y sistema de producción	Litros
Campo abierto de cultivo	60-1000
España, invernadero plástico sin calefacción	40
Israel, invernadero de vidrio sin calefacción	30
Invernadero con clima controlado	15
Anti-invernadero, SWGH	8

Tabla 2

Fuente: Charlie Paton 2015

y el resto puede ser suministrado con agua desalinizada. Esto resulta en una reducción de costos de operación, incremento en su rendimiento, como se puede ver en la tabla 2, y la oportunidad de cultivar durante todo el año.

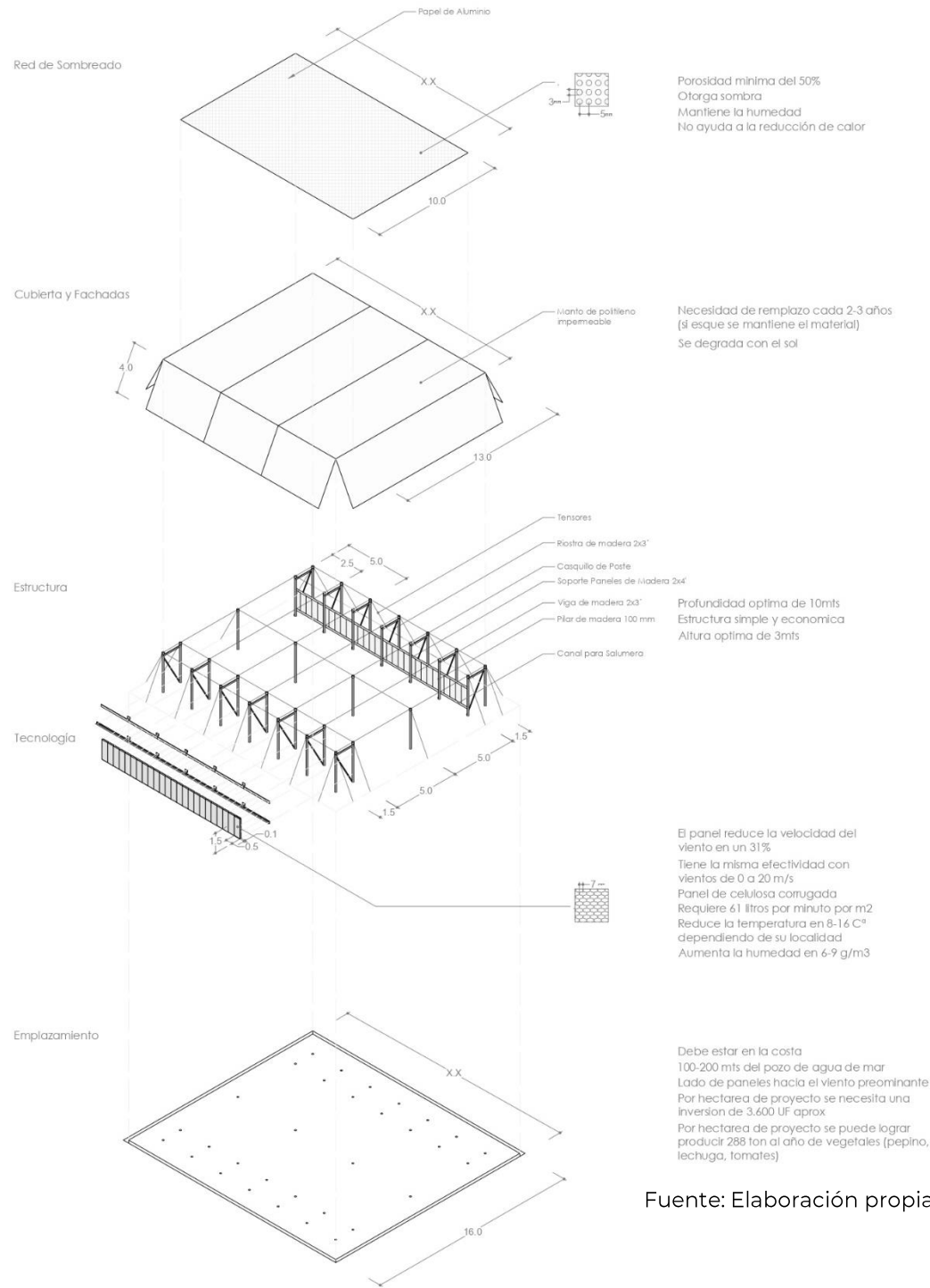
Este sistema muestra beneficios que se pueden presentar en 3 temas:

- El cultivo puede crecer en condiciones climáticas extremas y presenta una protección contra la sequía para la comunidad que lo utiliza.
- Al rehidratar el paisaje usando el vapor del agua de mar, la tecnología crea un microclima que promueve el crecimiento de vegetación, tanto dentro como fuera del proyecto. Eso se produce al dejar salir la humedad del interior por el otro extremo del SWGH. Esto genera suficiente humedad en el exterior para regar plantas de contexto árido, las cuales normalmente no alcanzan a tener suficiente agua para sobrevivir.
- Entrega toda la energía y agua que el sistema necesita, haciéndolo independiente de la red energética, fluctuaciones de precio o combustión de fósiles.

Este concepto fue implementado por primera vez en Tenerife, España, en 1994, donde demostró no solo proporcionar un área de cultivo, sino también presentar una vegetación por fuera del Marhumedero. Los resultados muestran que permitió incorporar plantas que no existían, sumado a la aparición de insectos y más adelante aves y animales, en otras palabras, volver a darle vida a un lugar muerto.



Esquema 2



Fuente: Elaboración propia

Como se vio anteriormente, el concepto de tomar más de lo que se entrega es exactamente lo que el Marhumedero produce, siendo un ejemplo claro de diseño regenerativo.

A través de los años, el sistema se fue mejorando con proyectos en Abu Dabi y Omán, hasta que en 2017 se hizo el último proyecto en Somalilandia. Este proyecto es el que se considera más adecuado para esta memoria, ya que la evolución del sistema permitió hacerlo de bajo costo, baja complejidad en su mantención y funcionamiento, modular y con un sistema de funcionamiento totalmente circular.

En el esquema 2, se hizo una ilustración detallada de un estudio del sistema que muestra su funcionamiento base, situaciones ideales de funcionamiento y materiales básicos para su construcción. Donde, para un enfriamiento óptimo, la profundidad/ancho máximo del volumen debe ser de 10 metros o que la porosidad de la cubierta debe ser del 50%. O bien, que la distancia con el mar debe ser menor a 200 metros, por destacar ciertos puntos.

Finalmente, el elemento más importante del sistema son los paneles de enfriamiento de celulosa corrugada. A estos paneles se les vierte agua de mar y el aire caliente que viene del exterior, al traspasar el panel, enfría y humedece el aire. Los paneles recolectan la sal y en la zona inferior se acumula la salmuera.

## Referentes: Somalilandia, Sundrop y Sahara Forest Project

A pesar de que Charlie Paton es el fundador e iniciador del sistema, ciertos proyectos se han independizado y creado su propia corporación. Para esta sección del capítulo se han elegido tres proyectos que, a pesar de tener la misma base, sus objetivos, complejidad y escala son distintos.

El proyecto de Somalilandia (imagen 1) es el primer referente; el de menor escala, de una hectárea de proyecto y 1.000 m<sup>2</sup> de Marhumedero, lo que produce 800 kg de vegetales al año. Además, es el más económico (3.360 UF) y el que utiliza menos sofisticación en su proceso.



Imagen 1

Fuente: Seawater Greenhouse

El Cuerno de África, ubicación geográfica de Somalilandia, es el sector del planeta con más inseguridad de alimentos, por lo que un proyecto que no dependa de la situación que pasa a su alrededor es más que bienvenido.

Al ser el último proyecto de SWGH, el sistema se ha llevado a la máxima simplicidad posible, donde su único aparato eléctrico es del tamaño de una lavavajilla para la desalinización de agua, el que tuvo un costo de aproximadamente 173 UF y la que es alimentada por energía solar del propio sitio. Cabe destacar que esa fue la primera máquina de desalinización de agua en todo el Cuerno de África. Estas características permiten que el proyecto sea autosuficiente y administrado por la comunidad local, disociando la sequía de la escasez de alimentos y hambruna.

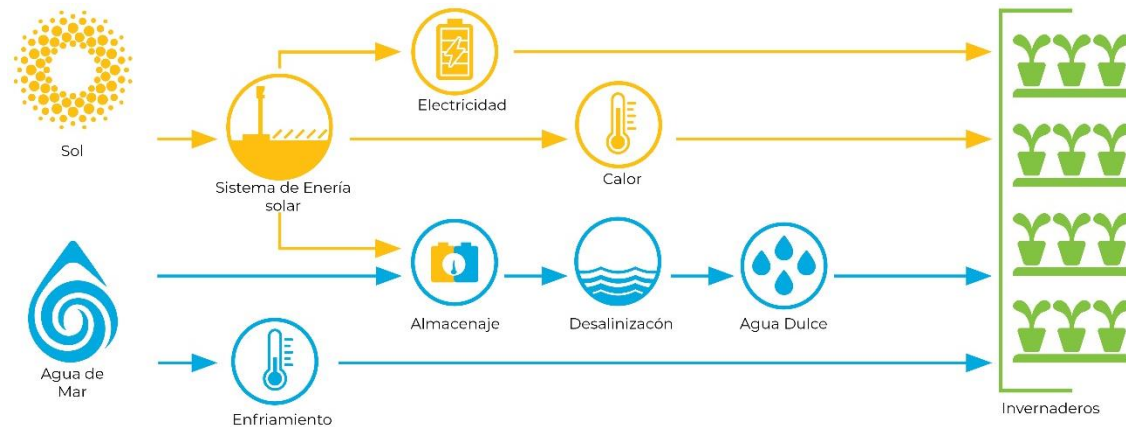
El proyecto de Sundrop en Australia, inaugurado el año 2010, también tuvo cooperación con SWGH, pero el nivel de sofisticación es superior. Este proyecto se presenta con un carácter plenamente comercial, donde el objetivo principal era ver si el sistema se puede reproducir a un nivel industrial y rentable.

Utiliza un sistema hidropónico<sup>8</sup>, que, si en un cultivo tradicional se necesitan 10 unidades de agua, este necesita solo una. Y, paralelamente, se maneja con un control computacional para maximizar su eficiencia. Este proyecto tuvo un costo de aproximadamente 10 veces más que el proyecto

<sup>8</sup> Sistema por el que las raíces reciben una solución nutritiva disuelta en agua. Así, las frutas y verduras obtienen todos los elementos químicos necesarios para su desarrollo y sin necesidad de usar tierra. (Crijota, E. 2017).

en Somalilandia. Sundrop comenzó como un prototipo de 0.2 hectáreas, pero a la fecha ha crecido a 20 hectáreas de plantación de tomates, los cuales producen 17 mil toneladas de tomates al año, equivalente al 15% de la demanda de Australia (Sundropfarm, 2020) y, según ellos, tienen un ahorro en gastos del 10-15% en comparación con su competencia.

Este proyecto involucra más variables y pasos, los que se muestran en el esquema 3. Uno de los principales beneficios a nivel industrial es tener una total autonomía sobre la red exterior, donde, independientemente de lo que sucede en el mercado, el circuito puede seguir produciendo. Consecuentemente, la empresa acordó un convenio a largo plazo con distintas empresas y el gobierno de Australia, consolidando un ingreso seguro por 10 años consecutivos.



Esquema 3

Traducción: Elaboración Propia Fuente: Sundropfarm

Al incluir más elementos, se requieren otras soluciones tecnológicas. Una de estas es la planta fotovoltaica de espejos que se elaboró en el proyecto como se puede ver en la imagen 2. La luz solar se utiliza para la evaporación de agua de mar la que se transforma en electricidad, agua desalinizada y calor para el invernadero en momentos más fríos.



Imagen 2

Fuente: Laundry, P. 2017

El tercer referente que vale la pena destacar es Sahara Forest Project (SFP), una organización noruega financiada por la Unión Europea y el estado de Noruega. Los proyectos se emplazan en Jordania y Qatar y tienen la misma base que los otros dos referentes, pero su objetivo es aún más ambicioso: reforestar el desierto.

Así como su objetivo es más ambicioso, la complejidad sigue escalando. La tecnología que se implementa en SFP cuenta con innovación y uso eficiente de tecnologías existentes en cada uno de sus procesos, como generadores de biomasa para producir bio-energía, inclusión de ganado como parte del ciclo, paneles de evaporación, condensación de cañerías de agua de mar etc. Este se ve graficado en el esquema 4.



Esquema 4

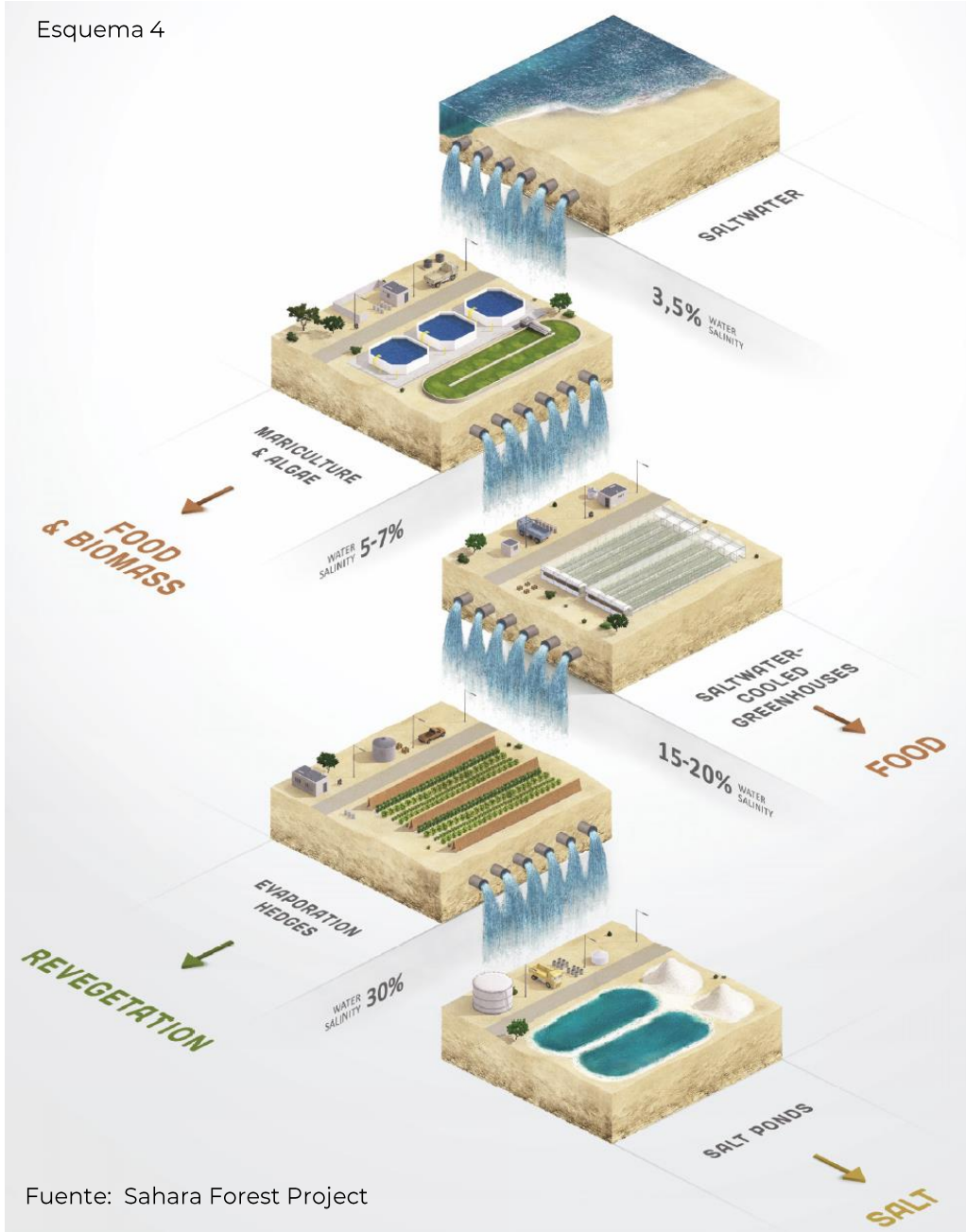
## El agua como recurso infinito

A finales del 2020 el agua entró a la Bolsa de Nueva York, lo que quiere decir que el derecho de agua se empezó a cotizar, con un valor inicial aproximado de un dólar por 2.500 litros (Flores, S. 2020). Paralelamente, se sabe que un ser humano no puede sobrevivir más de alrededor de 3 días sin agua, por lo que el hecho de que comience a ser un producto oficial del mercado revela su estado de escasez. Esto demuestra una clara transición desde el derecho al acceso de agua, a un insumo adquisitivo.

Aun así, no es novedad que el agua es un recurso escaso. En la última década ha habido más conflictos por el agua fresca que en toda la historia, 466 del total de 926 conflictos registrados por el instituto mundial de agua.

Pero ¿Cómo se ha llegado a esto si el 70% del planeta es agua? Normalmente se dice que el agua es un recurso finito, pero no lo es. “Simplemente” está en el lugar equivocado y es muy salada para ser utilizada para la vegetación y las personas.

Uno de los fenómenos naturales que vale la pena destacar al respecto es el llamado “Kareef” o bien el monzón del sudeste. Esta es una manifestación que sucede en la naturaleza en la zona de Salalah en Omán, donde los cerros se cubren de neblina producto de la evaporación del mar. De esta manera, el terreno árido y seco se transforma en una vegetación verde y frondosa como se puede ver en la imagen 3, sumado a la reducción de su temperatura normal. Este efecto se produce anualmente entre los meses de julio y septiembre evidenciando el resultado que puede dar la evaporación de agua de mar. Esto invita a explorar y experimentar con las posibilidades de su uso.



Fuente: Sahara Forest Project



Imagen 3

Fuente: Oman Observer, 2019

En la imagen 4 se muestra el comienzo del desierto de Dhofar, que se encuentra a 150 kilómetros de Salalah hacia el centro de la península arábiga. Ambas localidades reciben aproximadamente la misma cantidad de lluvia durante el año y presentan climas similares, pero la incorporación de humedad marina hace pensar que son casi continentes distintos.



Imagen 4

Fuente: Altoqui, 2016

El agua es infinita y tiene un ciclo natural constante. Al tener gran porcentaje de esta en el mar, la pregunta es cómo hacer que esta agua esté disponible para el cultivo y el abastecimiento de personas. “Evaporar agua de mar es fácil y barato, convertirla en agua dulce es más difícil y costoso” (Paton, C, 2019).



En el contexto nacional existe un referente con características naturales bastante parecidas. En la región de Coquimbo se encuentra el parque nacional Fray Jorge, el cual presenta condiciones climáticas y de vegetación tipo Valdiviano (imagen 5), el que se convierte en un bosque húmedo gracias a la camanchaca proveniente del Océano Pacífico (imagen 6), transformándolo finalmente en un oasis dentro de su contexto geográfico semiárido.

Cabe destacar que es el bosque más norteño de Chile y se encuentra a más de mil kilómetros del siguiente bosque. Al igual que el referente anterior este es un fenómeno natural, que además ha sido declarado una reserva de la biósfera según la UNESCO.



Imagen 5

Fuente: Go Chile, 2011



Imagen 6

Fuente: IEB, 2020

## Rol de la arquitectura en las innovaciones tecnológicas

Es difícil definir arquitectura. Cada arquitecto tiene su propia definición y objetivos que cree más importantes de suplir. Aun así, hay algunas características en las que yo creo profundamente que son claves dentro de la disciplina. La arquitectura tiene una relación directa con el usuario, se piensa y diseña para una persona que va a tener un uso continuo en el espacio construido. Este espacio debe ser sensible y debe buscar tener una cercanía con su habitante, a fin de cuentas, el lugar tiene una influencia directa en su experiencia.

Una innovación tecnológica de las características de SWGH, por ejemplo, se centra en el funcionamiento óptimo del sistema y en la producción. Tanto en ésta, como en la mayoría de las técnicas de mejoramiento, se centra y deja de lado la interacción con el usuario. Es ahí donde la arquitectura toma un rol de unir un modelo mecánico, incluirlo en el espacio, su entorno y acercarlo al manejo de las personas.

La condición de trabajar con una entidad novedosa, sin mucha exploración en el área arquitectónica, se presenta como una oportunidad de descubrimiento en diversos sectores que la arquitectura se debe hacer cargo. Se debe empezar por su integración en el contexto, su función y conexión con lo que lo rodea. Como una innovación tecnológica se hace parte de un emplazamiento en el que este programa no existe y tampoco es considerado. Y, paralelamente, como se ubica para encajar con la comunidad y su forma de habitar la urbe, sin quedar como un límite o un elemento externo a la grilla de funcionamiento de la población que lo habita.

Seguido a esto, se presenta un desafío arquitectónico directamente relacionado con lo mencionado anteriormente: como se diseña la transición desde una maquina productiva a un espacio comunitario que incite al trabajo, pensado tanto para el habitante como para la planta. De igual forma, se empiezan a incluir los desafíos estructurales, técnico constructivos y materiales, sin olvidar la integración óptima de la tecnología base. El elemento técnico constructivo es clave para proporcionar todos los requerimientos del proyecto. Este debe tener una relación directa con los materiales disponibles en su contexto, con las habilidades e historia constructiva de su emplazamiento.

Finalmente, el rol del arquitecto no es uno solo, sino la capacidad de integrar todos los problemas, características, necesidades, requerimientos y pequeñas sutilezas que se presenten en un proyecto. De esta forma ese diseño final puede funcionar de forma íntegra con el ambiente, la tecnología dada, su contexto, el usuario, la preexistencia, la sociedad y la economía estipulada. Sin olvidar que un arquitecto debe tener conocimiento de otras profesiones, tener una visión multidisciplinar y ser capaz de relacionarse con cada una de estas áreas.



## **Capítulo 3: El recambio de Chile**

### Contexto Nacional

#### Sequías y Desertificación

Así como se mencionó en el primer capítulo, una de las consecuencias del calentamiento global es la desertificación y por ende también la sequía. Estos efectos no están alejados del contexto nacional, donde ya hay antecedentes de tierras que se van secando y desertificando, que van avanzando de norte a sur conforme al cambio climático, 500 metros anuales (Comisión Nacional de Medioambiente, 2009).

Chile cuenta con el desierto más árido del mundo, el desierto de Atacama. Pero el territorio nacional que sufre de algún grado de desertificación (leve, moderado, grave) es cercano al 22% (más de 16 millones de hectáreas), afectando a alrededor de 6.8 millones de habitantes. Sin embargo, 2.2 millones se encuentran en una condición grave de desertificación, lo que equivale al 13% de la población nacional.

Por otra parte, la evaluación de degradación de tierra en algún nivel muestra índices de 79% a nivel nacional, afectando al 67% de la población. Respecto al índice de sequía que se presenta en el país, se estima que el 72% de la superficie sufre de algún tipo de sequía, esta vez afectando al 90% de los habitantes. (Sud Austral, 2016).

Las proyecciones para el contexto nacional no parecen más positivas a las expuestas anteriormente. La ONG Greenpeace advierte que Chile estará entre los 30 países con mayor riesgo hídrico del mundo para los

próximos 4 años, donde 110 acuíferos del país son utilizados con mayor rapidez a la que es su recarga. (24H, 2019).



Figura 4



## Cultivos

Es importante comenzar destacando que en Chile existen 9 zonas climáticas<sup>9</sup>, considerando temperatura, asoleamiento, humedad relativa, nubosidad, precipitaciones (lluvias y nieve), vientos predominantes, heladas, altura sobre el nivel del mar, salinidad atmosférica y del suelo. Por esta razón existe una diversa variedad de cultivo a lo largo del país y en algunos casos inexistente.

La geografía del país hace que la producción se centre en la depresión intermedia, y a pesar de que el 54% de los cultivos se encuentren en las regiones de La Araucanía, Biobío y Maule, todos los sectores geográficos contienen predios agrícolas. Desde la región de Coquimbo hasta la frontera del norte la producción es solamente del 8.4%, donde la región de Tarapacá tiene una superficie de cultivo de 7.210 ha de los 2 millones de hectáreas a nivel país. Paralelamente, cabe destacar que existen 333.486 ha en zonas desérticas y 2.182.167 ha en superficies de secano costero, estos datos incluyendo toda la industria silvoagropecuaria. Con ello se presenta que el 10% del empleo a nivel nacional es generado por el sector agrícola y los salarios en la última década han aumentado en un 60%. (ODEPA<sup>10</sup>, 2019)

La producción específica de hortalizas fluctúa entre los 77.000 ha anuales (2% en invernaderos), destinado al consumo tanto fresco como agroindustrial (congelados, deshidratados, conservas). Las más destacadas para el consumo fresco son la lechuga, cebolla, tomate, zapallo y zanahoria. Mientras que el 85% de las hortalizas son producidas entre las regiones de Coquimbo y la del Maule. Arica y Parinacota se caracteriza por abastecer al

---

<sup>9</sup> Norte Litoral, Norte Desértica, Norte Valle Central, Central Litoral, Central Interior, Sur Litoral, Sur Interior, Sur Extremo y Andina.

país de ciertas hortalizas en otoño-invierno. Así mismo en primavera estas vienen del Norte Chico.

Por otro lado, las exportaciones del sector agrícola en 2018 fueron más del doble que las importaciones. Los principales productos de exportación del año fueron uvas, cerezas, manzanas y paltas, respectivamente según cantidad. Por el contrario, los principales importados fueron cereales, frutas y hortalizas y tubérculos, respectivamente según cantidad.

Es importante agregar que Chile se encuentra entre los 10 países con menores subsidios totales en el sector agrícola a nivel global, con solamente un 5.6% (ODEPA, 2019). Pero a pesar de eso la política agraria continúa incentivando la competitividad, sustentabilidad e innovación tecnológica a través de una asociación pública-privada.

Finalmente, en las tablas 3 y 4, se muestran dos análisis importantes respecto a las condiciones de cultivo necesarias para las hortalizas, a nivel de temperatura y salinidad de suelo.

<sup>10</sup> Oficina de Estudio y Políticas Agrarias.

<b>Tolerancia relativa de la hortalizas a la Salinidad del Suelo</b>		
Muy Tolerantes *C.E = 12 ds/m	Medianamente Tolerantes C.E = 10 ds/m	Poco Tolerantes C.E = 4 ds/m
Betarraga	Tomate	Rábano
Espárrago	Ajo	Apio
Espinaca	Brócoli	Poroto Verde
	Rep. Bruselas	Papa
	Pimiento	Camote
	Coliflor	Berenjena
	Lechuga	Repollo
	Máiz Dulce	
	Melón	
	Zanahoria	
	Cebolla	
	Arveja	
	Zapallo	
	Pepino	
	Alcachofa	
C.E = 10 ds/m	C.E = 4 ds/m	C.E = 2 ds/m
(orden decreciente de tolerancia)		
Fuente: Suelos salinos y sódicos U.S.D.A, 1973, modificada por los autores CORFO Inia		
		* Conductividad eléctrica

Tabla 3

<b>Temperatura del Suelo</b>	
Especie	Temperatura Óptima
Acelga	10 a 30 C°
Apio	16 a 21 C°
Arveja	5 a 24 C°
Berenjena	24 a 30 C°
Betarraga	10 a 30 C°
Brócoli	7 a 30 C°
Cebolla	10 a 30 C°
Coliflor	7 a 30 C°
Espárrago	16 a 30 C°
Espinaca	7 a 24 C°
Fréjol	16 a 30 C°
Lechuga	5 a 27 C°
Melón	24 a 35 C°
Pepino	16 a 35 C°
Pimiento, Ají	18 a 35 C°
Rábano	7 a 32 C°
Repollo	7 a 30 C°
Rep. Bruselas	7 a 30 C°
Tomate	16 a 30 C°
Zanahoria	7 a 30 C°
Zapallo	21 a 35 C°
Fuente: J.Leteinutrier -"Les cultures légumieres" - Hachette, 1978	

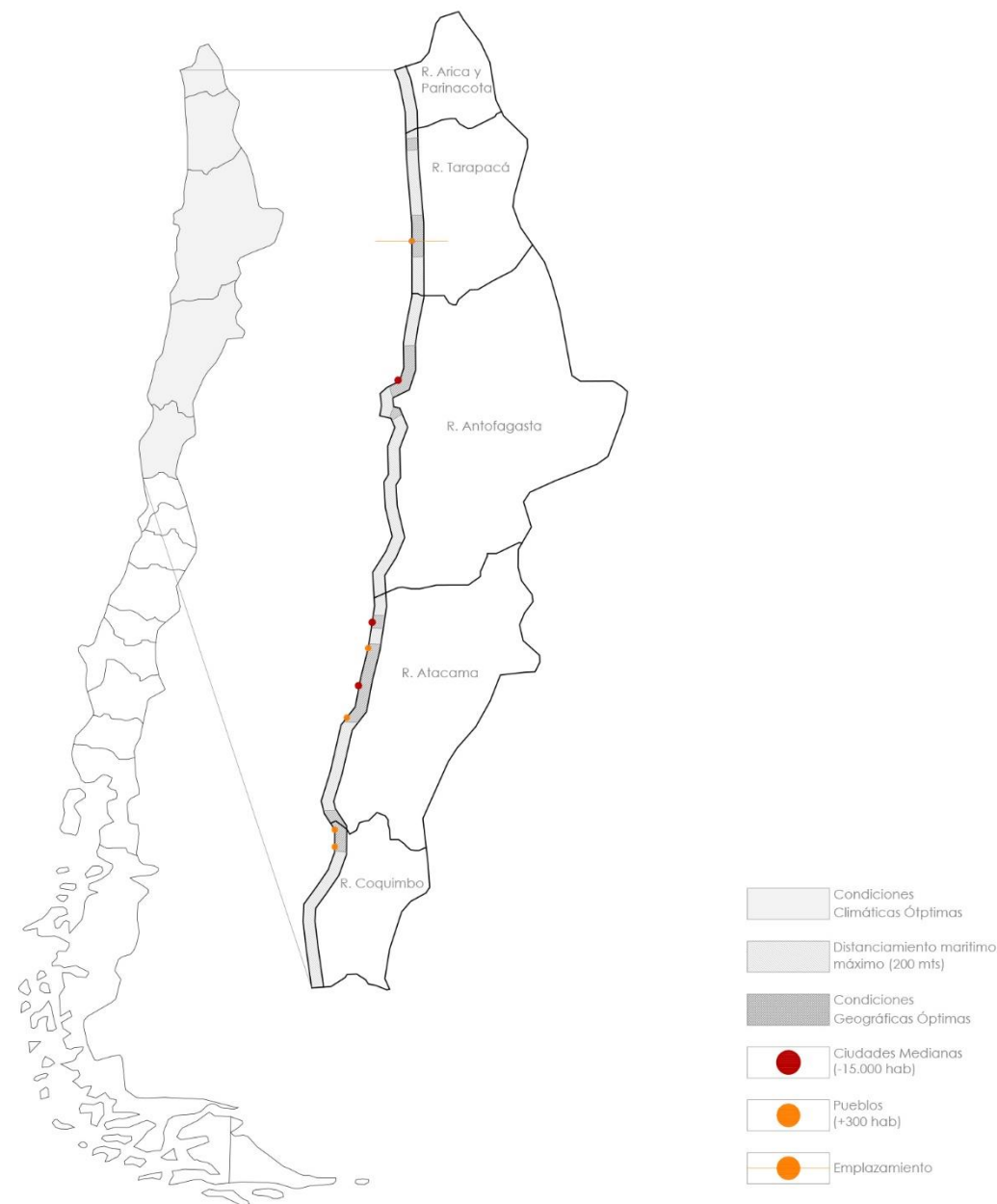
Tabla 4

## Lugar de intervención

### Criterios de selección

La decisión del emplazamiento fue elegida a base de 7 criterios base:

- I. Factores técnicos para aprovechar y exportar las características del sistema. Estos se reducen a una localidad no más lejana a 200 metros del mar, una planicie para la implementación correcta y económica del volumen, un sector árido donde no es posible el cultivo en la actualidad, una superficie superior a la dimensión del volumen teórico (10 metros de profundidad/ancho y largo ajustable) para la regeneración de la tierra y vegetación de la zona y un libre acceso del viento predominante.
- II. Considerar una escala de poblado donde el proyecto tenga un impacto relevante. Por lo que se consideraron para la búsqueda poblados de menos de 15.000 y superiores a 300 habitantes. Estos parámetros se establecieron para tener un impacto evidente en la población y que no sea para una población muy pequeña donde la inversión es mayor a la realidad posible.
- III. Priorizar sectores que no tienen acceso a fuentes de agua natural en la cercanía.
- IV. Identificar zonas donde el proyecto sea no solo valioso, sino necesario.
- V. Reconvertir el ambiente a partir del programa:
  - a. Mejorar las condiciones de la sociedad



Esquema 5

Fuente: Elaboración propia

- b. Generar alternativas de desarrollo económico
  - c. Aportar algo que la comunidad no tenía
- VI. Tener la posibilidad de evidenciar el sistema y su beneficio para que sea propagado en otros emplazamientos y lograr tener un efecto de demostración para su reproducción.
- VII. La información disponible sobre el sector.

(Anexo: Opciones de selección según criterios)

## Chanavayita

A 54 kilómetros al sur de Iquique, Región de Tarapacá, se encuentra la caleta de Chanavayita (imagen 7). Una aldea costera dedicada principalmente a actividades marinas (pesca artesanal, buzos mariscadores y extracción de huiro), pero que también es considerada un balneario turístico en torno a una playa protegida.

Esta es parte de la administración de la municipalidad de Iquique y cuenta con una población permanente de 603 habitantes según el Censo del 2017, y 319 viviendas, pero con una población de alrededor de 1.500 según el dirigente de la junta de vecinos Luis Cortes (2021), por lo que se consolida como una de las caletas más grandes de la zona. Su condición turística hace que sea una zona visitada desde otros poblados, principalmente la ciudad de Iquique y Alto Hospicio. Es así como los equipamientos de la zona son principalmente restaurantes y alojamientos, y, desde 2019, se inauguró una posta para la aldea y los poblados cercanos. Cabe destacar que pequeñas localidades como Patillo, Punta Patache o el aeropuerto Diego Aracena han aumentado su flujo laboral, activando zonas como Chanavayita como sectores de radicación.

### Clima y Geografía

La estación meteorológica más cercana a Chanavayita se encuentra a 20 kilómetros hacia el norte, ubicada en el aeropuerto internacional Diego Aracena. Antes de continuar con los datos, vale destacar que un estudio hecho por el Ministerio del Medio Ambiente en 2015 realizó una evaluación



Imagen 7

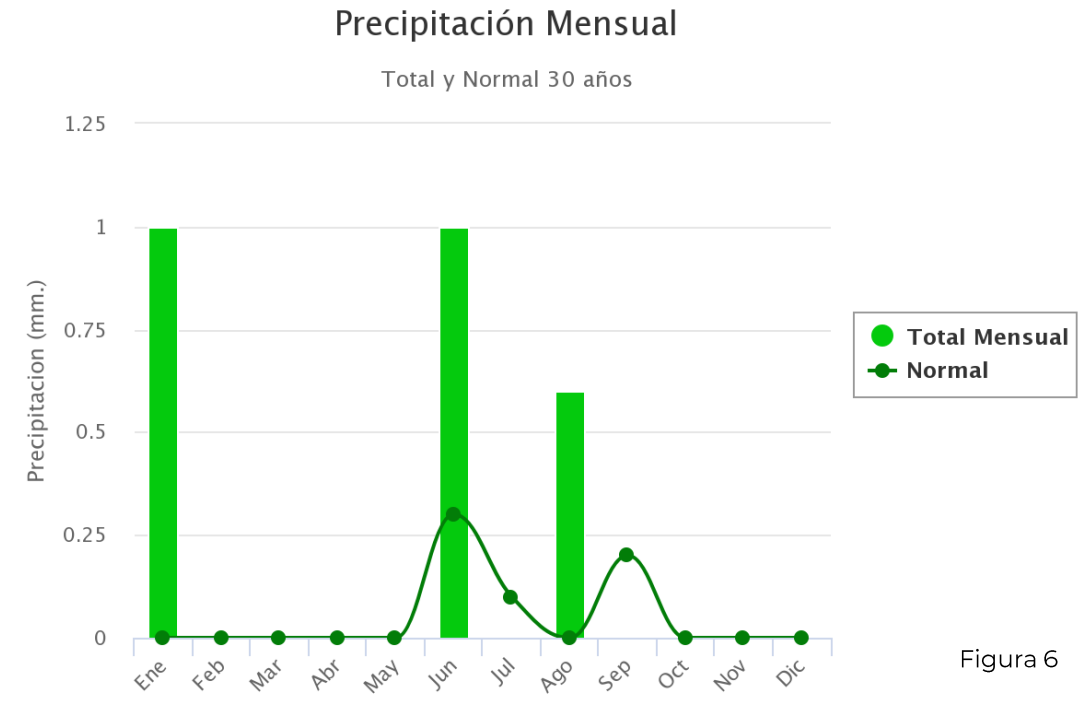
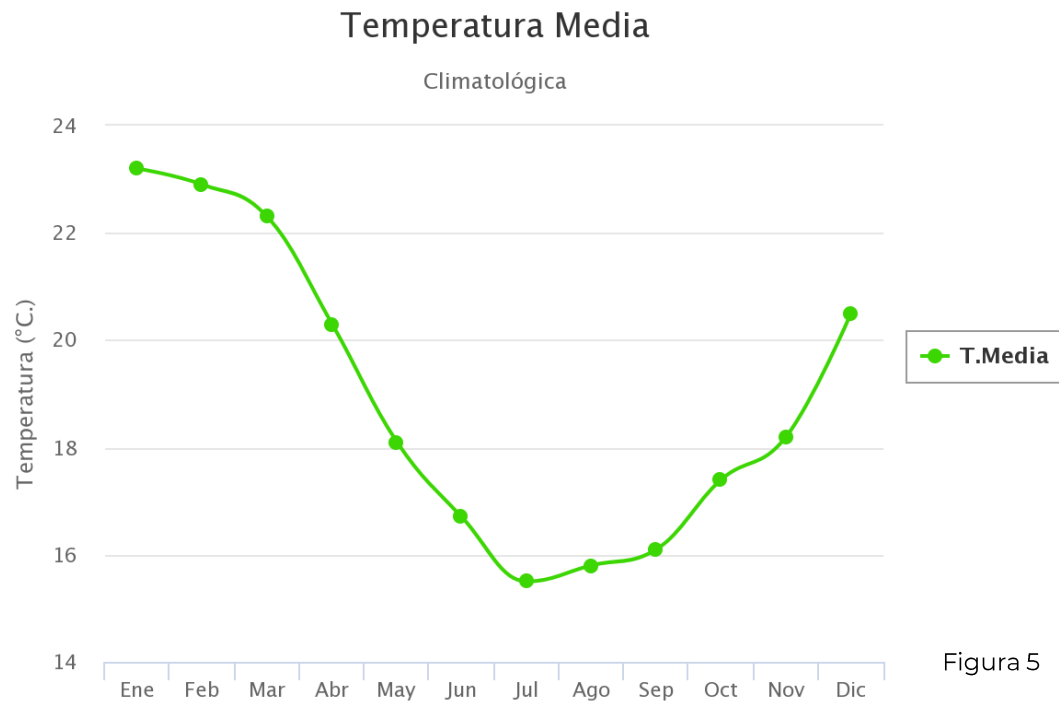
Fuente: Google Earth Pro

de la calidad del aire, donde se presentó Chanavayita como una zona de latencia (presencia entre 80% y 100% de contaminantes según la norma de calidad ambiental). Es decir, que se encuentra en una zona sensible, donde nuevas industrias o más emisiones van a repercutir directamente en la salud de los habitantes de la aldea.

Volviendo al clima, la temperatura media en los últimos 7 años ha sido de 18.8 grados, con una media máxima diaria de 25.8 y una media mínima diaria de 13.7. Esto muestra que la temperatura a lo largo del año tiene una baja oscilación térmica, con temperaturas mínimas no muy bajas, pero a la vez con temperaturas máximas no muy altas. En la figura 5 se representa la curva de temperatura media del 2020. Para ese año la máxima media diaria fue de 25.2 C° (23.01) y la mínima media de 13.2 C° (14.07). La oscilación

térmica entre el mes más caluroso y el más frío del año 2020 fue de solamente de 7.7 C°. Considerando los estándares de confort (18-24 C°), siete meses del año se encontraron dentro y solo dos meses estuvieron bajo los 16°.

Otro dato meteorológico importante son las precipitaciones que se registraron en la zona. Como se muestra en la figura 6, las precipitaciones anuales son mínimas, para no decir nulas. En los últimos 30 años el promedio de precipitación anual ha sido de 0.25 mm, dato que contrasta con el gráfico sobrepuesto del año 2020 donde en los meses de enero y junio se registraron precipitaciones de hasta 1 mm. (en ambos fue un día).



Finalmente, se puede ver como hubo precipitaciones 3 días en todo el año con una cifra mínima.

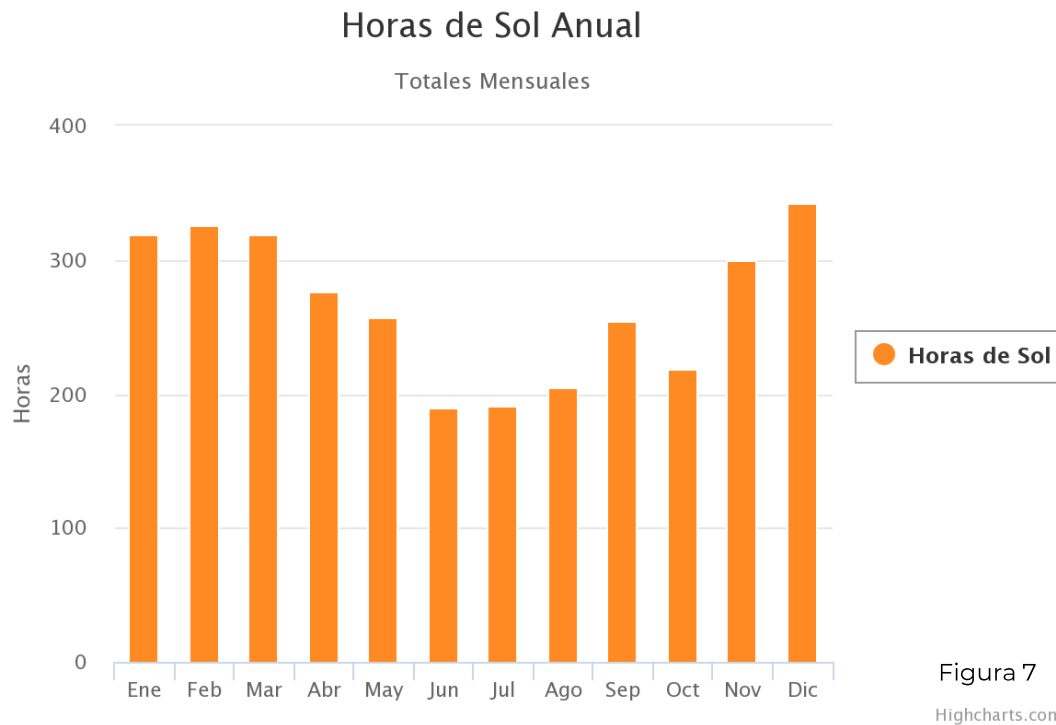
Por otra parte, cabe destacar los días de sol de la zona (figura 7), donde el promedio de horas de sol al mes es de 266, con un total de 3193.6 horas de sol a lo largo de todo el año. Este dato cabe contrastarlo con las horas de día que hay en un año, que burdamente son 4380, si se considera que hay la misma cantidad de horas de día como de noche. Tomando esto en cuenta 73% del día en Chanavayita hay pleno sol.

Finalmente hay que mencionar, que el viento predominante de la zona es del suroeste a lo largo de todo el año.

Respecto a las características geográficas, la aldea de Chanavayita se encuentra en una planicie árida en el farellón costero, ubicada en la latitud -20.7 y longitud -70.19. Se emplaza entre el océano Pacífico y la Ruta 1, la que se encuentra a un kilómetro de la costa. A dos kilómetros, perpendicular a la Ruta 1 se encuentra el término de la planicie litoral, interrumpida por la Cordillera de la Costa que se presenta con 430 metros de altura en la latitud mencionada.

De fácil acceso, a cinco kilómetros de la Ruta 1 hacia el norte, se encuentra el pequeño poblado de Yape, el más cercano seguido del aeropuerto internacional de Iquique. Cuatro kilómetros hacia el sur se encuentra la zona industrial de Puerto Patillos, zona que afecta directamente con los contaminantes mencionados anteriormente.

Finalmente, cabe destacar el estudio de impacto ambiental de la Central Patache (2009) donde clasifica el suelo de la zona como: *“En general este tipo de suelos se caracteriza por un horizonte superficial claro y pobre en materia orgánica (epipedón ócrico) por debajo del cual pueden aparecer una gran variedad de caracteres morfológicos de acuerdo a las condiciones y a los materiales a partir de los cuales se han desarrollado. Estos caracteres pueden ser el resultado de las actuales condiciones de aridez o heredadas de condiciones anteriores y los procesos involucrados en su génesis incluyen la migración y acumulación de sales solubles, carbonatos y arcillas silicatadas o materiales originales sin evidencias de ninguna acumulación significativa”*.



### Situación de la caleta

Chanavayita fue parte de las rutas inter fluviales de los Chongos y Chinchorros, siendo un paradero de abastecimiento de alimentos, principalmente de pesca. Recién alrededor de 1965 un grupo de pescadores se empezó a consolidar en la bahía dando origen a la caleta que se conoce actualmente.

En el año 2010 la caleta casi desapareció por convertirse en parte de una zona de sacrificio. La minera Collahuasi, ubicada en Patache a 10 kilómetros de Chanavayita, a través de su producción de concentrado de molibdeno y el trabajo con ácidos, propagó olores ácidos a través del viento a la caleta, repercutiendo directamente en la salud de sus habitantes. Aun así, la empresa sigue en operación, los efectos se han mitigado a pesar de que se siguen sintiendo estos olores ácidos. Así mismo, hay otras industrias en Puerto Patillos (extracción de sal) y Patache (embarcación de carbón y minera Collahuasi) que contaminan directamente el medio ambiente de la zona, alterando la cantidad de sal en el mar y en el aire, desembarco de carbón que termina en el mar y extracción excesiva de agua de mar para mineras del litoral. Éstas han tenido un efecto negativo directo en la caleta, alterando directamente el ecosistema marino, principal ingreso económico del lugar. Paralelamente, según Luis Cortes, aumentó la mortalidad temprana y se incrementaron las enfermedades respiratorias, atribuyéndolo derechamente a las industrias.

Por estas razones la pesca y la actividad marina, la cual es vendida en Iquique, ha tenido drásticas bajas en el último tiempo, por lo que la comunidad debe tener opciones de ingreso económico, donde el turismo se proyecta como la principal salida. Curiosamente, la tierra de Chanavayita

es bastante fértil, en parte por la presencia de guanos rojos, por lo que el cultivo también empieza a aparecer como alternativa.

Chanavayita a pesar de ser una aldea de no más de 2000 habitantes fijos, tiene un comportamiento de ciudad. Esto se puede afirmar, por una parte, por la cantidad de pequeños servicios, actividad y dinamismo del sector, pero, por otra, por ciertos equipamientos que son desproporcionados al nivel de su población. La calidad del muelle, el lujoso restaurante de la caleta (comparado con los mejores de Iquique), la desalinizadora, la particularidad y calidad de ciertos servicios, cantidad de quioscos, etc. Esto no se presenta como una crítica negativa, al contrario, pero como una caleta que claramente tiene potencial de crecimiento y una dinámica más activa que la de un pequeño pueblo. Es importante destacar que estos son directamente relacionados como una compensación social de las industrias mencionadas anteriormente. Sumado a que los trabajadores de éstas hacen constante uso del equipamiento de la caleta.

La actividad y movimiento de la caleta fue descrita por el profesor y arquitecto de la Universidad Arturo Prat de Iquique, Raúl Carmona, como un espejo en miniatura de Iquique y Alto Hospicio. No solamente por el estilo de vida, sino por la separación y segregación que existe a nivel geográfico y social entre Chanavayita Alto y Bajo, como se muestra en el esquema 6. Que, por otra parte, se diferencia por tipos de vecinos según Luis Cortes, los vecinos que viven ahí y los vecinos que tienen casa allá. A pesar de eso, destaca una unión de vecinos y una baja delincuencia en la caleta.

Cabe destacar que la escala de los proyectos en la caleta no supera las dos plantas (excepto una edificación). Aun así, es posible que esto cambie con la implementación de bloques de vivienda social proyectada por la Municipalidad en la zona norte-este que hoy en día está tomada como





Esquema 6

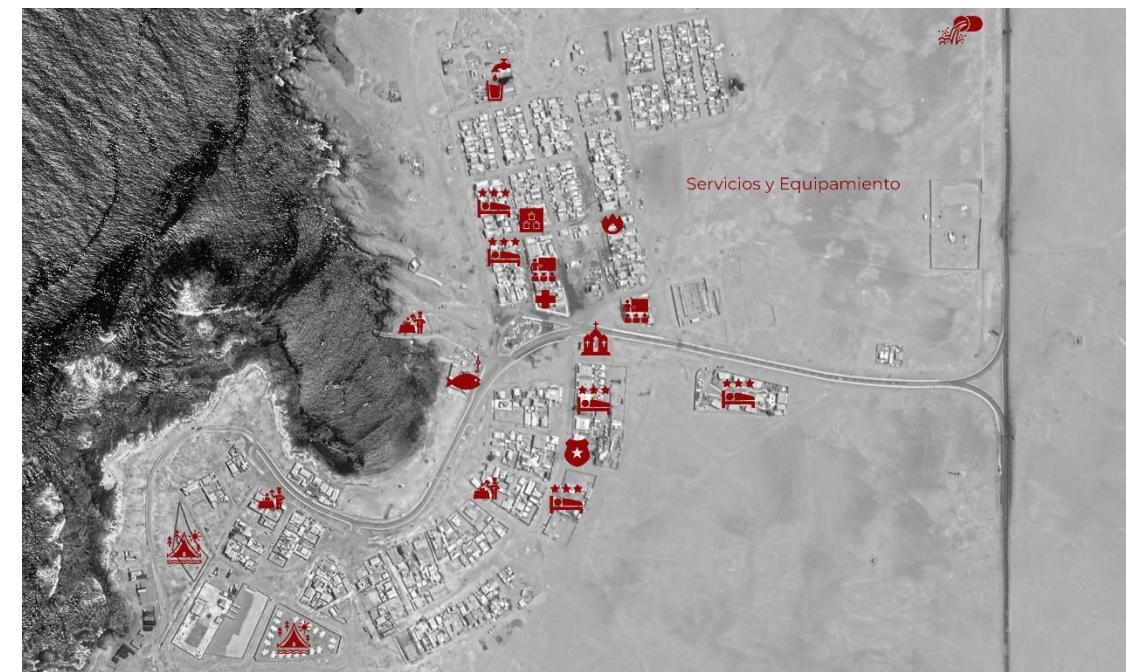
Fuente: Google Earth Pro + Elaboración Propia

se muestra en el esquema 7. Este proyecto generará 80 viviendas en 3 años. Aun así, se puede ver una diferencia de tipo de construcciones entre el sector Alto, donde las construcciones son más livianas y con una hibridación con quioscos, talleres, almacenes y servicios. El sector Bajo, por otra parte, presenta edificaciones más consolidadas con presencia de antejardines.

Sin embargo, como se mencionó anteriormente, la caleta tiene una de las playas más codiciadas de la zona por su condición de poza, la que transmite calma y seguridad en la bahía. Es por esto que su población flotante es constante y variable llegando hasta los 5.000 habitantes en verano, donde además su cercanía a Iquique permite constantes excursiones diarias. Aun así, la conectividad con Iquique es dependiente de

los autos privados, donde existe solo un bus que sale a las 6 de la mañana y recorre todas las caletas hasta llegar a Iquique, demorándose dos horas en los 54 kilómetros de distancia.

Al tener una localidad privilegiada, ser la caleta más grande la zona y ser un balneario en la región, tiene equipamientos básicos como retén de carabineros, centro de salud, iglesia, jardín infantil y escuela. Además de la caleta y la desalinizadora mencionada anteriormente. Por otra parte, como se puede ver en el esquema 7, existen varios centros de alojamiento y restaurantes. Cabe destacar que existen más servicios de alimentación informales que no fueron catastrados en el esquema.



Esquema 7

Fuente: Google Earth Pro + Elaboración Propia



A pesar de tener un buen catastro, el centro de salud inaugurado hace dos años, tiene solamente un médico que llega desde Iquique diariamente de 8 am a 6 pm. Sumando a que no hay suficientes insumos médicos, solamente una ambulancia y que el centro de salud atiende a más caletas y a los trabajadores de las industrias. Lo que crea una dependencia constante con Iquique. Otro equipamiento que comparte estas características son los centros de educación, donde una sola escuela obliga a que ciertos estudiantes tengan que ir a la ciudad.

Otro elemento importante a destacar es el sistema de aguas servidas, el cual se va a inaugurar recién en marzo de este año (plano en el anexo). El sistema de lodos activados está gestionado por Aguas del Altiplano, donde el residuo sólido será destinado como biomasa a las industrias y las aguas grises serán utilizadas en una plantación de árboles colindante a la planta. A pesar de ser una buena alternativa para el regadío del Marhumedero, la distancia, la propiedad exclusiva de las aguas grises de la empresa y la existencia de la desalinizadora hace que se descarte como alternativa. Cabe mencionar que la caleta se incorpora a la red eléctrica proveniente de Tocopilla.

Como un detalle adicional para acercarse a la caleta, la festividad más importante de la caleta es la fiesta de San Pedro y San Pablo, fiesta de pescadores que se celebra el 29 de junio. Durante este día se le rinde culto a los santos con música y la caleta adornada para pedir abundancia.



Imagen 8

Fuente: Raúl Carmona

## Abastecimiento de agua

Una de las mayores inversiones que se ha hecho en Chanavayita en el último tiempo es la implementación de una planta desalinizadora, la que a mediados del 2020 terminó su expansión. El primer proyecto fue terminado el año 2014 con un costo aproximado de 2.200 millones. Se hizo un análisis de costos con las demás alternativas de abastecimiento de agua de la zona (atrapanieblas y camiones aljibe), donde se concluyó que a pesar de que la inversión inicial es mayor, el costo por metro cúbico de agua en su período de uso es menos costosa con la planta desalinizadora a las otras dos alternativas.

Esta planta se ubica en la zona norte de la aldea y funciona a través del sistema de ósmosis inversa extrayendo agua de mar a 433 metros de su ubicación a través de bombas centrifugas. Según el Ministerio de Obras Públicas (2012) la planta se divide en 3 sistemas:

- I. Subsistema de captación y línea de aducción de Agua de Mar
  - a. Planta elevadora de Agua de Mar
  - b. Impulsión de Agua de Mar
  - c. Descarte Planta Ósmosis Inversa
  - d. Obras Complementarias
  - e. Obras Eléctricas
- II. Subsistema de Tratamiento
  - a. Pre-Tratamiento (estanques, filtros, etc.)
  - b. Tratamiento (planta OI, línea descarte)
  - c. Post tratamiento (planta elevadora de agua tratada, estaque de distribución)
  - d. Obras de Urbanización complementarias.
  - e. Obras eléctricas

### III. Subsistema de Distribución

- a. Red de distribución de Agua Potable
- b. Arranques domiciliarios

La escala del proyecto hace que el agua potable producida pueda ser utilizada en otras localidades, además de la aldea de Chanavayita, siendo estas Punta Gruesa, Chanavaya, Rio Seco, Chipana, Caramucho y San Marcos. Éstas tuvieron una demanda de 22.156 metros cúbicos al año 2015, pero la capacidad de producción de agua de la planta es de 30 m<sup>3</sup> por hora, lo que equivale a 262.800 m<sup>3</sup> anuales.

Al presentar una capacidad de producción sumamente mayor a su demanda y tener costos inferiores por metro cúbico a las otras técnicas de recolección de agua, la planta desalinizadora se presenta como la propuesta principal para el suministro de agua del proyecto.

La condición de poseer una planta desalinizadora establece a Chanavayita como un sector de importancia dentro de la región y un potencial de crecimiento. La Ilustre Municipalidad de Iquique creó una Imagen Objetivo (imagen 9) para la localidad que busca convertirse en el nuevo plan regulador de Chanavayita. La imagen que se muestra es una de las tres alternativas de desarrollo según lo establecido por la entidad.

(Anexo con el detalle del Plan de Imagen Objetivo Chanavayita)





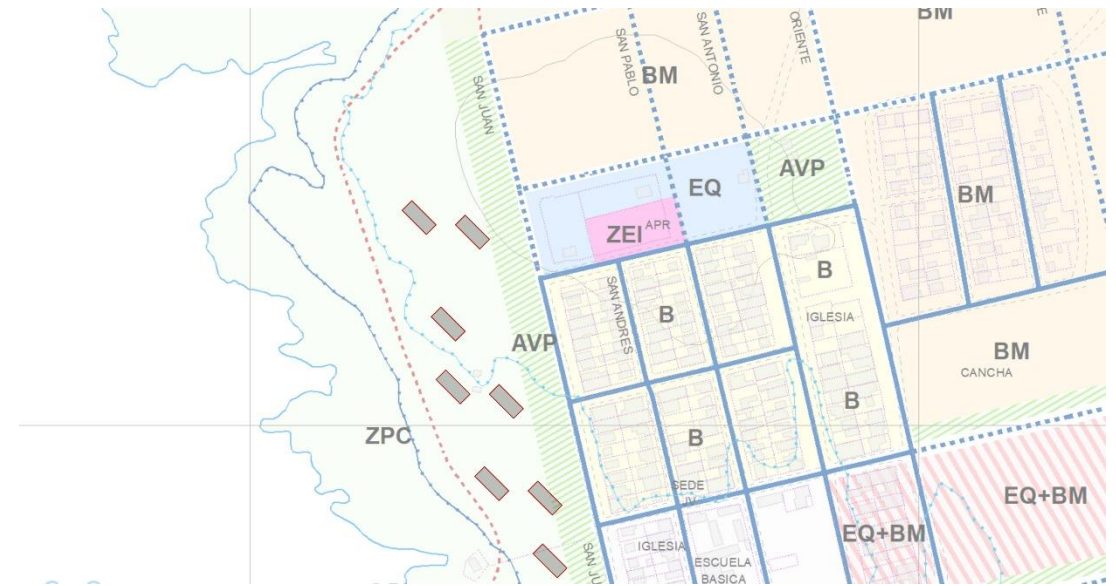
Seguido a esto, el proyecto busca generar una alternativa de ingreso económico en la sociedad en la que se emplaza. O bien, más que una alternativa, generación de empleo en Chanavayita, al igual que capacitación para la producción de cultivos y utilización de sal de mar, para su posterior uso.

El proyecto se presenta como una posibilidad de implementar el cultivo de vegetales y frutas en una zona donde, no solamente no tienen la posibilidad para su producción, sino que tiene una dependencia de Iquique para poder consumir estos productos. Iquique a su vez es también dependiente de la depresión intermedia. Es importante destacar que el consumo diario de estos alimentos es clave para una alimentación sana en el ser humano.

Finalmente, se presenta como una innovación tecnológica, acorde tanto a la realidad nacional como al contexto mundial, donde esta técnica podrá ser necesaria cada vez más dados los cambios climáticos y geográficos que se van presentando. Es un proyecto que supera los estándares de sustentabilidad y pasa a ser una alternativa de regeneración de su contexto social y ambiental, además, es una alternativa económica que puede ser replicable. Así mismo, puede ser energéticamente autónoma, produciendo un ciclo de economía circular sin desechos y con productos a base de materias primas infinitas como lo es el sol, el agua de mar y el CO2 (materia prima necesaria para cualquier vegetación).

### Ideas generales de proyecto y limitaciones

Dado el Plan Regulador (esquema 9) y el contexto geográfico (esquema 10) necesario para la implementación óptima del Marhumedero,



Esquema 9

Fuente: Municipalidad de Iquique + Elaboración Propia



Esquema 10

Fuente: Municipalidad de Iquique + Elaboración Propia

este se emplaza en la zona oeste de Chanavayita Alto. La ubicación se debe a su carácter plano, una vía libre de los vientos predominantes, sumado a la cercanía de la planta desalinizadora y el mar. Por otra parte, el proyecto se emplaza colindante al parque propuesto por la Municipalidad, buscando hacerse parte de este.

Adicionalmente, la condición colindante con el barranco y el oleaje severo que reciben las rocas a las orillas del emplazamiento, buscan hacer un contraste con la calma y seguridad que proporcionará el proyecto.

Respecto al plano propuesto por la Municipalidad, el proyecto se propone como un híbrido al parque establecido por esta, manteniendo el carácter productivo del interior para el cultivo. El sector entre cada volumen será una extensión del parque, donde la vegetación generada por el sistema se hará parte del espacio público (esquema 11), con potencial de ser un parque productivo para cualquier usuario del parque.

Actualmente en la planicie, como se puede ver en la imagen 10, se encuentra solamente una vivienda liviana donde habita una señora con 50 perros, sumado a un cementerio de perros a las orillas del barranco. El emplazamiento se encuentra paralelo al camino San Juan, el que llega a la vía principal de la caleta. Paralelamente, es la extensión directa de la playa principal, a pesar de estar a una cota superior. Esto lo hace el sector más alto del poblado, donde además tiene una vista característica hacia el océano y hacia Chanavayita Baja, al igual que un acceso directo desde todo el sector Alto.

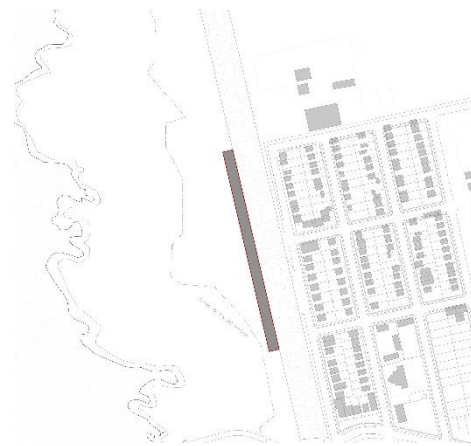
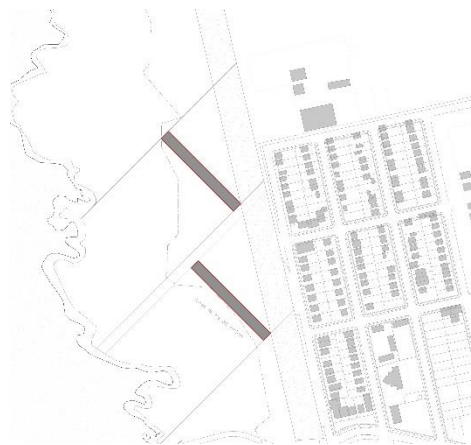


Imagen 10

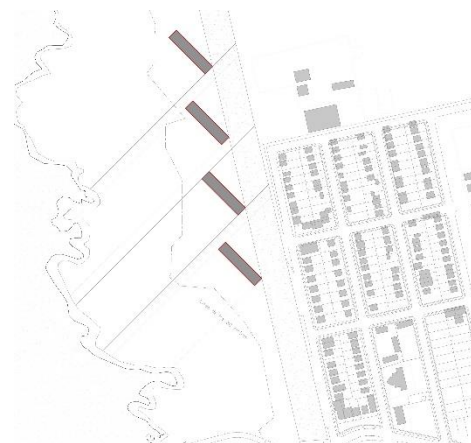
Fuente: Raúl Carmona



1. Se proponen 2.000 m<sup>2</sup> de Marhumedero buscando producir 1.600 kilos de hortalizas al año, suficiente para 4.000 personas, lo que abastecería tanto a Chanavayita como a caletas aledañas. Tomando en cuenta la recomendación de la Organización Mundial de la Salud de consumir 0.4 kg de vegetales y frutas diarias.



2. El proyecto se ubica dentro del límite de los 80 metros establecidos por la Marina. Paralelamente, se rota para tener un impacto directo del viento predominante, proveniente del sureste.



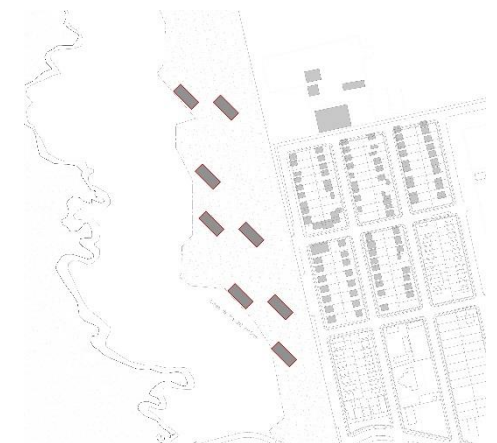
3. Se subdividen los volúmenes para mantener la relación, recorridos y vistas entre el poblado y el océano, otorgando cierta permeabilidad. Tomando en cuenta que los volúmenes no se interfieran entre sí.

4. Se subdivide en 6 volúmenes para acomodarse a la escala urbana y tener una mayor sensibilidad de llenos y vacíos entre el Marhumedero y el parque. De tal manera, se genera una grilla de distribución y posible guía de diseño para el resto del parque.



5. Cada volumen mantiene un margen de 10 metros para mantener una dinámica íntegra con su espacio, el habitante y contener el parque entre los volúmenes.

6. Finalmente, el proyecto busca sumergirse en el parque propuesto por la Municipalidad, haciéndose cargo de su diseño. De esta manera el espacio público se convierte en una unidad, llegando a ser un parque productivo.





Finalmente, se proponen senderos entre los volúmenes que invitan a recorrer el parque, estos caminos finalizan al otro extremo del poblado en miradores consolidados con vistas hacia el océano y Chanavayita Bajo. En el transcurso de los senderos se proyectan espacios de estancia rodeados de vegetación, humidificada por los volúmenes, como se puede apreciar en el esquema 11.

Por otra parte, se deben tener en cuenta las posibles limitaciones de proyecto, las que se pueden separar en distintas áreas. Empezando por el ámbito social, el proyecto tiene el desafío de adaptarse a la cultura local y costumbres que no cuentan con un hábito de cultivo ni el privilegio de poder tener alimentos frescos de manera permanente. Paralelamente, el desafío de integrar una tecnología emergente se ve limitada por los conocimientos de herramientas de estudio y simulación para la optimización del sistema adaptada en su contexto. Seguido a esto, al ser un proyecto de carácter regenerativo, los materiales e insumos deben ser de un origen local, tanto para reducir las emisiones de transporte como para promover la economía local. Finalmente, se presenta la condición económica, donde al ser un proyecto de innovación, de economía circular y regenerativo se puede postular a concursos de CORFO o FONDEF, ya que no hay una garantía total de su funcionamiento y cabe como un proyecto de exploración, a pesar de tener antecedentes exitosos.

Esquema 11

Fuente: Elaboración Propia



## Vegetación

La vegetación en el litoral de la región de Tarapacá es escasa y se encuentra presente solamente en desembocadura de ríos u oasis de niebla, efecto que se busca simular con el proyecto. Las plantas predominantes son principalmente de carácter xerófito (de poca necesidad de agua y presentes en zonas desérticas). Gracias a un estudio que se hizo por el Gobierno Regional de Tarapacá, se muestra un catastro de la fauna nativa que se puede encontrar en la costa de la región.

Las especies mostradas en la parte inferior de la página será la vegetación predominante al exterior de los volúmenes, efecto “secundario” del sistema. Senderos, espacios de descanso y miradores serán implementados alrededor de la vegetación, como se puede ver en el esquema 11. Sumado a esto, se plantarán frutales de poca necesidad de agua, como lo es la piña, para cautivar al usuario y generar un espacio público productivo y de interacción directa con el habitante.

Yaro



Chañar



Llantén



Frankenia chilensis



Ephedra breana



Nolana sedifolia



Junco



Copiapoa tocopillana



Alstroemeria lutea



Eulychnia iquiquensis



Lycium leiostemum



Oxalis thyrsoides





## Exploración de adaptación de forma

La primera aproximación con respecto a la geometría de proyecto fue una exploración en la adaptación del sistema en edificios existentes, para así desvincularse de la geometría diseñada plenamente para la tecnología. Para esto se tomaron 3 referentes de distintas características y se evaluó la posibilidad de humedecer y enfriar el interior a través del sistema SWGH.

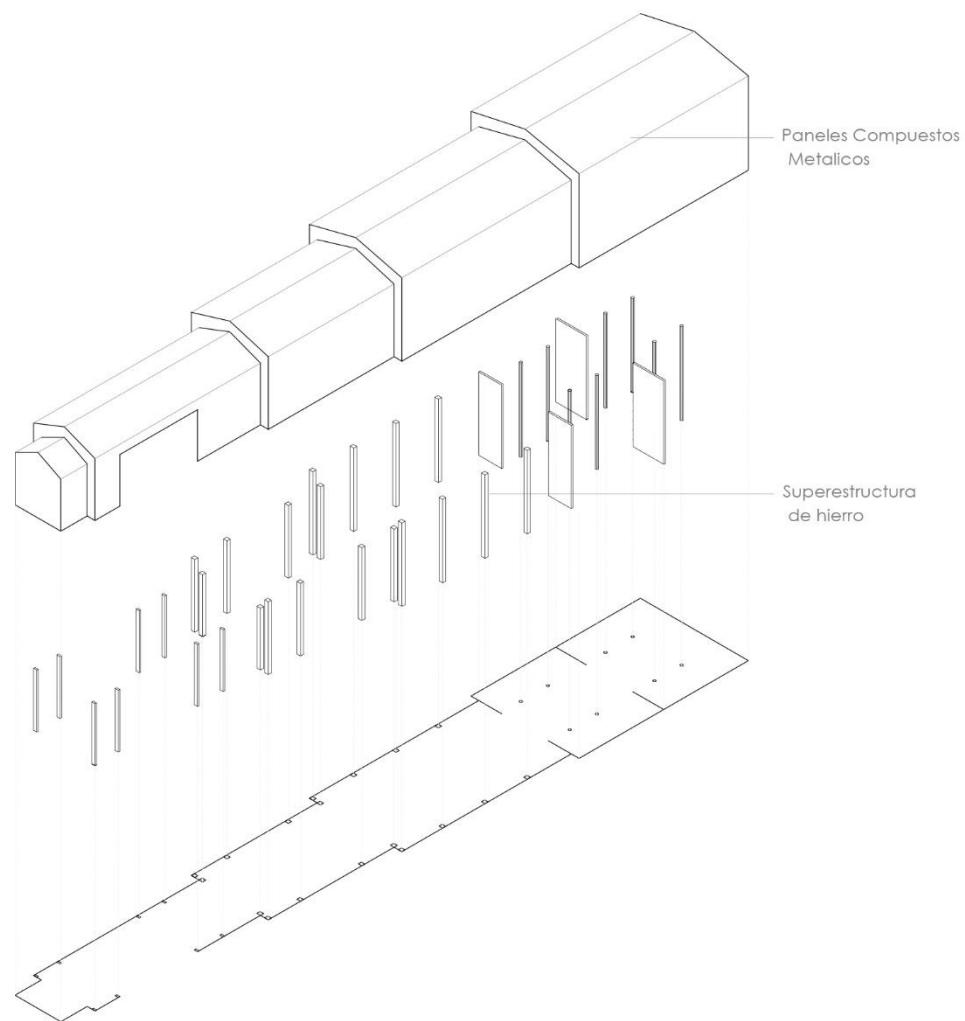
El primer referente se presenta para indagar la posibilidad de no depender del ancho/profundidad para el funcionamiento correcto del sistema. Para esto se escogió de base la geometría de la Bodega Casa Uco de Alberto Toncongoy, en Argentina. Su figura base se mantiene, pero se agregan “capas” para tener una distancia óptima entre cada nivel como se puede ver en la página 38.

El segundo referente fue escogido para proporcionar una visión alternativa al trabajo en un solo nivel. Para esto se escogió el aeropuerto de Marruecos, diseñado por G3 Architectes. Cabe mencionar que ninguno de los referentes es elegido por su escala, la que debe ser ignorada al ser un ejercicio netamente geométrico, espacial y de distribución de elementos. El aeropuerto contiene una doble fachada, la cual genera una transición amigable y habitable entre el interior y el exterior. Sumado a esto, el patio central dio la posibilidad de hacer un volumen más cuadrado, sin sacrificar la eficiencia del sistema al separarlo en dos niveles, como se puede ver en la página 39.

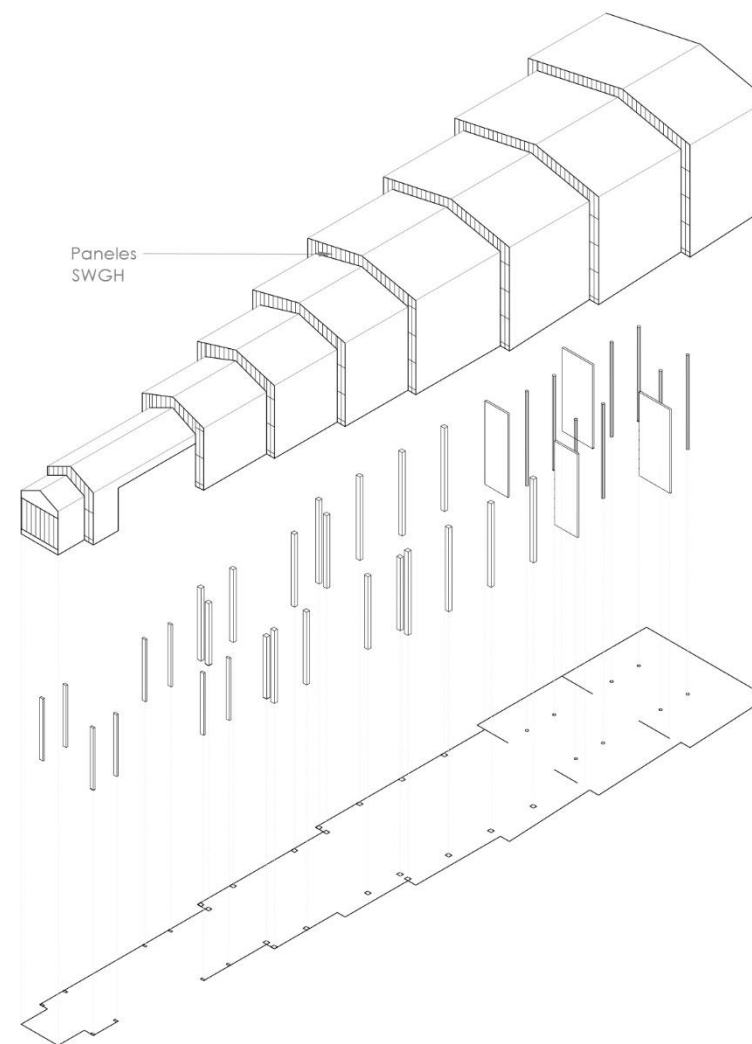
Finalmente, el tercer referente se muestra como una alternativa más sutil para afrontar el diseño espacial y la percepción lumínica del interior. El proyecto Sombra de Color de Eduardo Castillo, crea un juego orgánico de los pilares interiores que sostienen una malla y una membrana que le da

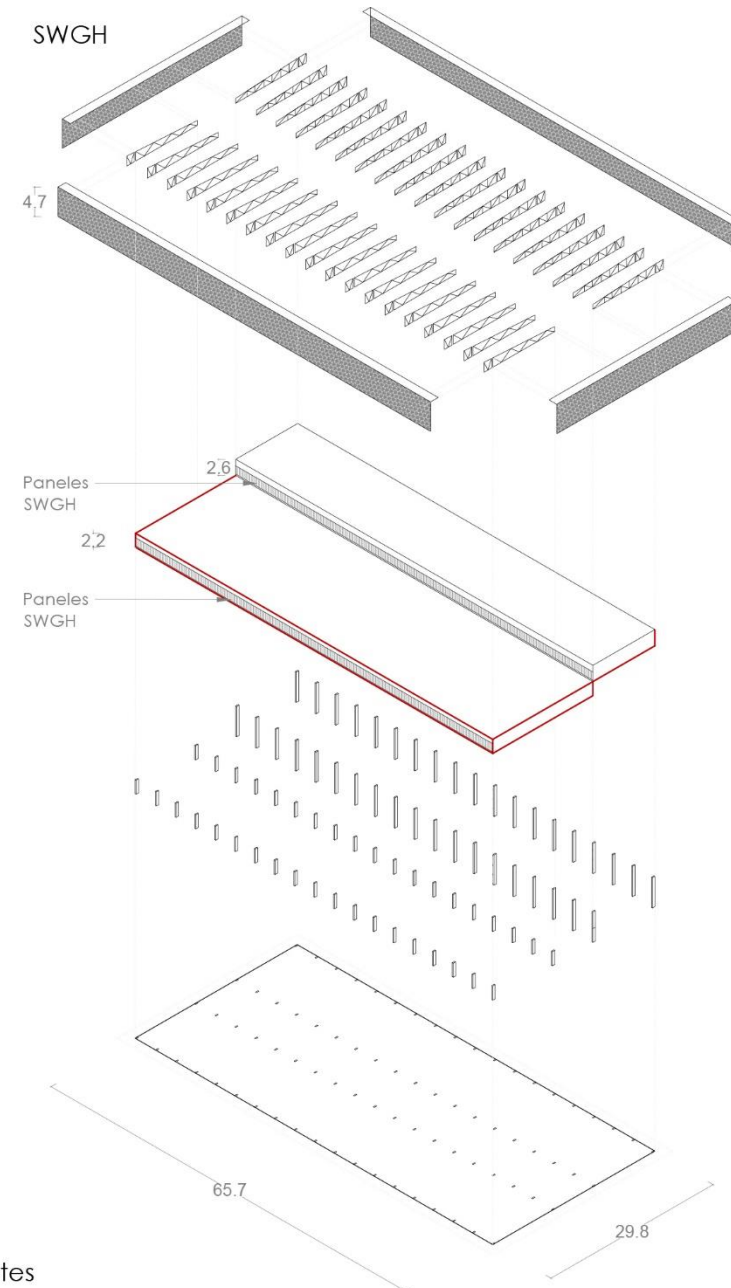
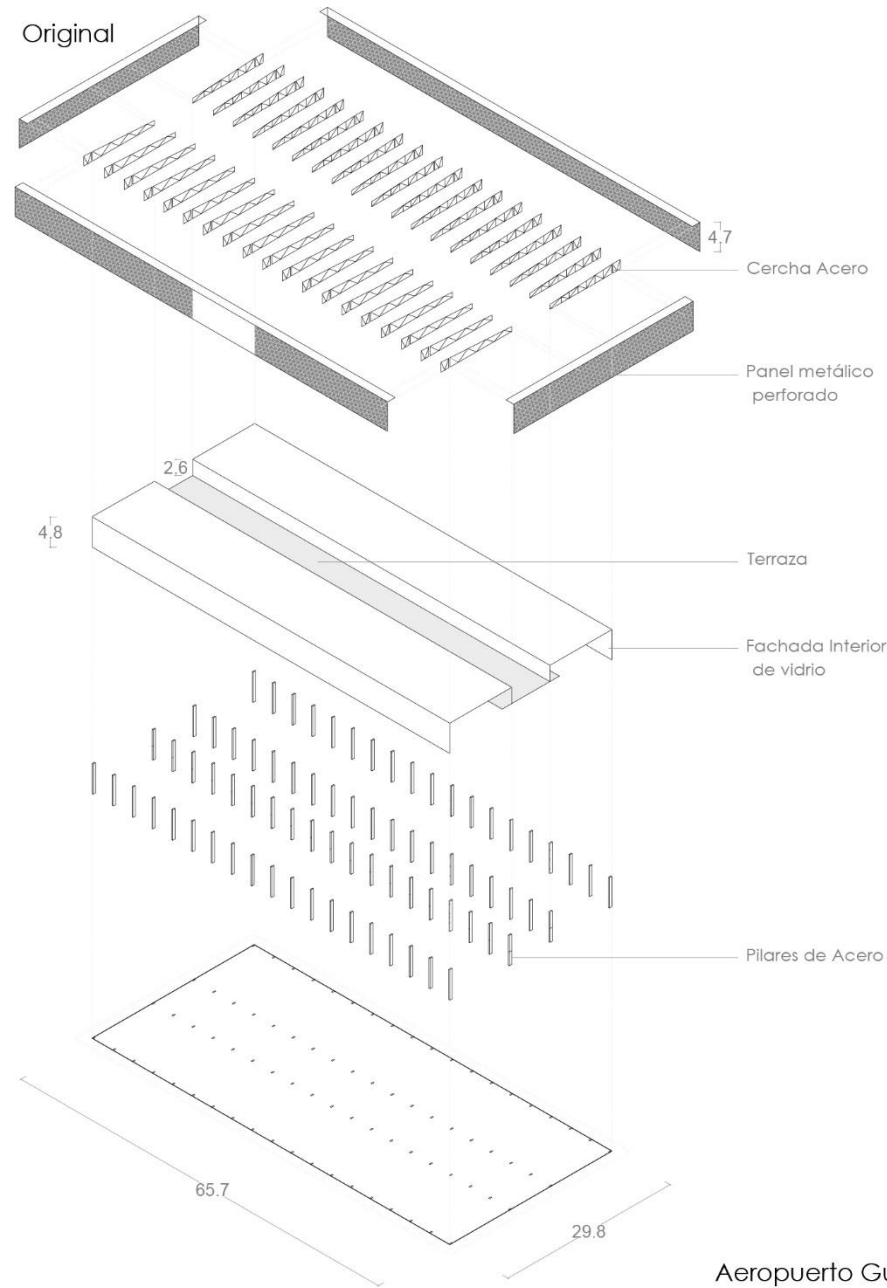
una sombra característica al lugar. Este referente busca demostrar las sutilezas en el posible diseño que pueden tener un efecto directo en la habitabilidad del proyecto. En la página 40 se muestra la implementación de los paneles de evaporación en los bordes del proyecto y la necesidad de extender la cubierta hacia la superficie para proteger el sistema de la suciedad exterior.

Original

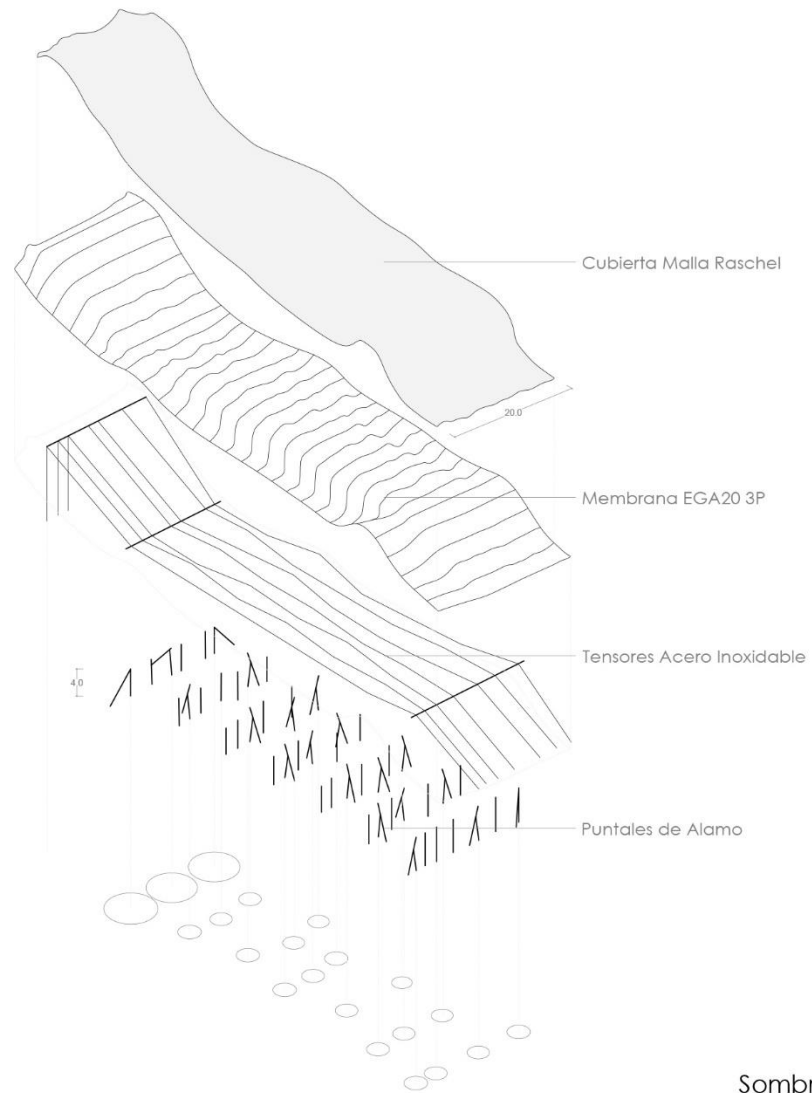


SWG

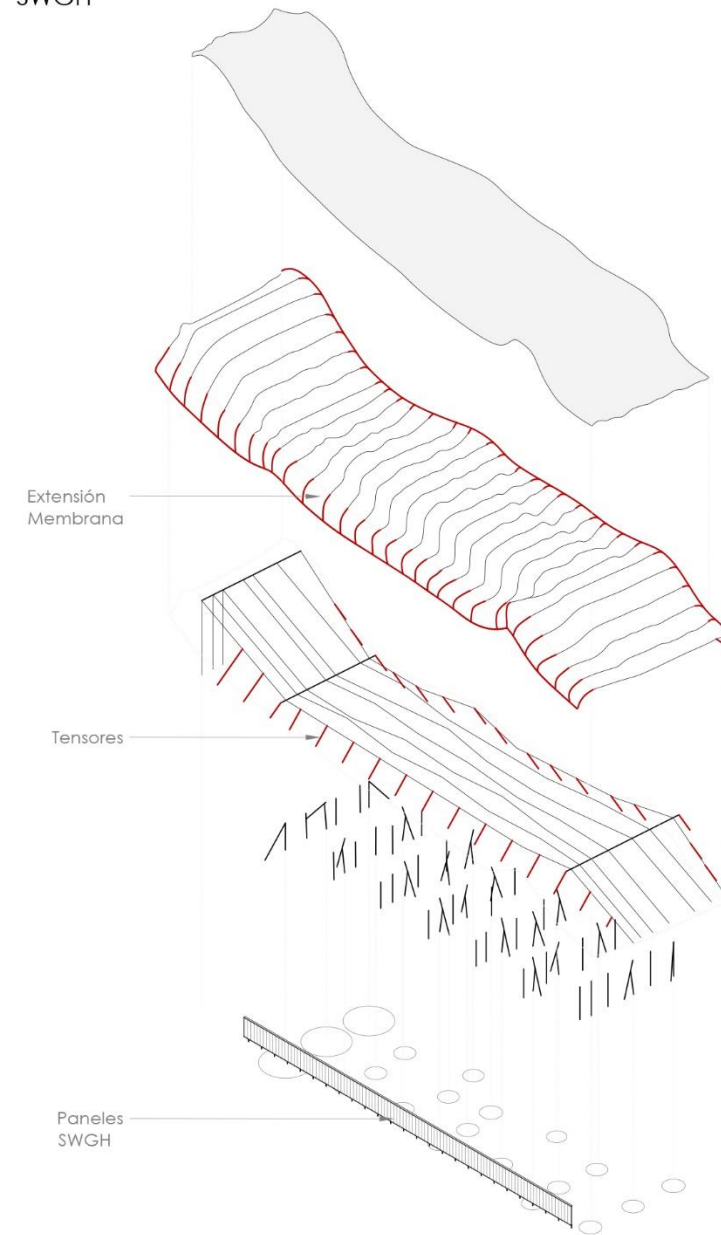




Original



SWG



## Resultados Esperados y Futuros Desafíos

Además de cumplir con los impactos del proyecto mencionados anteriormente, el proyecto busca ser un aporte desde su construcción y a lo largo de todo su funcionamiento. Al buscar tener una economía circular, la producción de sal no es necesaria al tener una industria de extracción de sal en Patache. Un desafío de diseño es usar la sal como un material de construcción en el parque y futuramente en la caleta, partiendo por las bancas y senderos del parque. Paralelamente, integrar el flujo de agua de mar como un elemento paisajístico y de humidificación del parque. Así como estos dos elementos que deberán ser integrados al proyecto, cada paso y fase buscará ser parte de un diseño regenerativo, promoviendo una economía circular; la integración de la comunidad en su construcción y ejecución, la utilización de materiales locales, la educación a la sociedad sobre el proyecto, etc.

El desafío sobrepasa los elementos arquitectónicos comunes y espera poder tener un impacto en diversas aristas dentro de la caleta. Al ser una innovación, la base de proyecto debe respetar el sistema para que tenga un funcionamiento óptimo, pero el rol del arquitecto no es solo diseñar el elemento sino integrar todas las partes presentes en este. Aun así, para no limitarse a la geometría original, se hizo el estudio geométrico en la última sección de la memoria. Así como se mantiene un foco en no caer en una forma estandarizada, se debe estar constantemente cuestionando las decisiones de proyecto y buscar “pensar fuera de la caja”. Paralelamente, el énfasis debe estar siempre en el habitante, por lo que la simplicidad es clave a pesar de que a uno le gustaría hacer cosas más “entretenidas”, el enfoque debe ser la simpleza para que el uso y el diseño pueda ser entendido por cualquiera.

Finalmente, el acto próximo más importante es poder ir a Chanavayita e impregnarse de su estilo de vida, de su contexto, de su aire y tierra. Tener una vivencia única y personal, y de esa forma poder entregar el mayor aporte posible al proyecto.

## Bibliografía y Referencias

- 24horas. (2019, 24 marzo). Chile estará entre 30 países con mayor riesgo hídrico en el mundo al año 2025. 24Horas.cl. <https://www.24horas.cl/nacional/chile-estara-entre-30-paises-con-mayor-riesgo-hidrico-en-el-mundo-al-ano-2025-3189186#:~:text=%C2%A9%20AFP-,Chile%20estar%C3%A1%20entre%2030%20pa%C3%ADses%20con%20mayor%20riesgo%20h%C3%ADrico%20en,sequ%C3%ADa%2C%20desertificaci%C3%B3n%20y%20suelo%20degradado.&text=La%20ONG%20Greenpeace%20advirti%C3%B3%20que,el%20mundo%20al%20a%C3%B1o%202025>.
- Akinaga, T., Generalis, S. C., Paton, C., Igobo, O. N., & Davies, P. A. (2018). Brine utilisation for cooling and salt production in wind-driven seawater greenhouses: Design and modelling. *Desalination*, 426, 135-154. <https://doi.org/10.1016/j.desal.2017.10.025>.
- Architecture 2030. (s. f.). Why the Building Sector? Recuperado 7 de enero de 2021, de [https://architecture2030.org/buildings\\_problem\\_why/#:~:text=Global%20building%20stock%20will%20double%20in%20area%20by%202060.&text=T%20o%20accommodate%20this%20tremendous%20growth,every%20month%20for%2040%20years](https://architecture2030.org/buildings_problem_why/#:~:text=Global%20building%20stock%20will%20double%20in%20area%20by%202060.&text=T%20o%20accommodate%20this%20tremendous%20growth,every%20month%20for%2040%20years).
- Beattie, A. (2019, 16 junio). The 3 Pillars of Corporate Sustainability. Recuperado 11 enero, 2021, de <https://www.investopedia.com/articles/investing/100515/three-pillars-corporate-sustainability.asp>
- Bharath, H. (2019). A STUDY ON REGENERATIVE ARCHITECTURE. Research Gate, 0. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.13066.52166>
- Blue & Green Tomorrow. (2016, 2 septiembre). 7 Tips for Growing a Greenhouse based Organic Vegetable Garden. Blue and Green Tomorrow. <https://blueandgreentomorrow.com/environment/7-tips-growing-greenhouse-based-organic-vegetable-garden/>
- Central Patache S.A. (2009, abril). Estudio de Impacto Ambiental Central Patache. Capítulo 4. Línea Base. <http://bdrnap.mma.gob.cl/>. <http://bdrnap.mma.gob.cl/recursos/SINIA/Biblio%20SP-64/11.pdf>
- CIREN. (s. f.). Suelos Region de Tarapaca. Sitha. Recuperado 16 de enero de 2021, de <http://sitha.ciren.cl/i-region-tarapaca/analisis-tematico-i-region-tarapaca/suelos-analisis-tematico-i-region-tarapaca/>
- Cooperativa. (2019, 28 abril). Iquique: Caleta Chanavayita tendrá planta desalinizadora. Cooperativa.cl. <https://www.cooperativa.cl/noticias/pais/region-de-tarapaca/iquique-caleta-chanavayita-tendra-planta-desalinizadora/2019-04-28/155820.html>
- Cooperativa. (2019b, julio 13). Iquique: Inauguran nueva posta rural en caleta Chanavayita. Cooperativa.cl. <https://www.cooperativa.cl/noticias/pais/region-de-tarapaca/iquique-inauguran-nueva-posta-rural-en-caleta-chanavayita/2019-07-13/154453.html>
- Corporación Nacional Forestal. (2015, 13 marzo). Parque Nacional Bosque Fray Jorge. YouTube. [https://www.youtube.com/watch?v=ox5LoRK-RMg&ab\\_channel=Corporaci%C3%B3nNacionalForestal](https://www.youtube.com/watch?v=ox5LoRK-RMg&ab_channel=Corporaci%C3%B3nNacionalForestal)
- Craft, W., Ding, L., Prasad, D., Partridge, L., & Else, D. (2017). Development of a Regenerative Design Model for Building Retrofits. *Procedia Engineering*, 180, 658-668. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.04.225>
- Cuasapaz, P. (2016). Los 10 cultivos más importantes del mundo. AgropPROD. <https://www.agropprod.com/informacion/los-10-cultivos-mas-importantes-del-mundo/>



- Elton, J. (2014, noviembre). 14 surprising stats about global food consumption. ONE. <https://www.one.org/us/blog/14-surprising-stats-about-global-food-consumption/>
- Emanuelli, P., Duarte, E., Milla, F., & Garrido Ruiz, C. (2016). ACTUALIZACIÓN DE CIFRAS Y MAPAS DE DESERTIFICACIÓN; DEGRADACIÓN DE LA TIERRA Y SEQUÍA EN CHILE A NIVEL DE COMUNAS. Research Gate, 1. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.18963.27686>
- European Commission's World Atlas of Desertification. (s. f.). WAD | World Atlas of Desertification. WAD. Recuperado 9 de enero de 2021, de <https://wad.jrc.ec.europa.eu/>
- Flores, S. (2020, 16 diciembre). ¿El agua cotizando en Wall Street? Te explicamos a qué se debe. Animal Político. <https://www.animalpolitico.com/elsabueso/agua-cotiza-wall-street-a-que-se-debe-y-significa/>
- Gobierno Regional de Tarapacá, Aravena Zamorano, P., Morales Ponce, B., & Arroyo Fernández, D. (2008, diciembre). Diagnóstico: Marco-Zonificación de usos del borde costero. Región de Tarapacá. Gobierno Regional de Tarapacá.
- Gou, Z., & Xie, X. (2017). Evolving green building: triple bottom line or regenerative design? Journal of Cleaner Production, 153, 600-607. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.02.077>
- Grijota, E. (2017, 27 enero). Cómo plantar tus alimentos en casa y sin usar tierra, lo próximo que todos querrán hacer. La Vanguardia. <https://www.lavanguardia.com/vivo/nutricion/20170125/413630299065/que-es-el-cultivo-hidroponico-ventajas-inconvenientes.html#:~:text=Se%20trata%20del%20cultivo%20hidrop%3%B3nico,sin%20necesidad%20de%20usar%20tierra.>
- Guerrero, P. (2010). Bahía Chuiquinata: Antecedentes relevantes propuesta húmedal urbano. Bahía Azul.
- IEB Chile. (2019, 23 abril). Bosque Fray Jorge. Instituto de Ecología & Biodiversidad. <https://ieb-chile.cl/estacion-biologica/bosque-fray-jorge/>
- INE. (2019, marzo). Chanavayita. geoarchivos. [https://geoarchivos.ine.cl/File/pub/Cd\\_Pb\\_Al\\_Cs\\_2019.pdf](https://geoarchivos.ine.cl/File/pub/Cd_Pb_Al_Cs_2019.pdf)
- Laundy, P. (2017). Desert Sun and Seawater Farming. Mimiculture | Inspired Ecological Farming. <https://mimiculture.com/posts/002-desert-sun-and-seawater-farming.php>
- McDonald, C. (2015, 16 junio). How many Earths do we need? BBC News. <https://www.bbc.com/news/magazine-33133712>
- Mejoramiento del sistema de Agua Potable Rural de Chanavayita ya presenta un 100% de avance. (2020, 6 julio). Gobierno Regional de Tarapacá. <https://www.goretarapaca.gov.cl/mejoramiento-del-sistema-de-agua-potable-rural-de-chanavayita-ya-presenta-un-100-de-avance/>
- Mellado, O. S. (2003). Sectorización climático-habitacional de las regiones de Valparaíso y Metropolitana | Sepúlveda Mellado | Revista INVI. <http://revistainvi.uchile.cl/index.php/INVI/article/view/401/835#:~:text=As%3AD%20es%20como%20esta%20Norma,Interior%2C%20Sur%20Extremo%20y%20Andina.>
- Ministerio de Obras Públicas - Dirección de Obras Hidráulicas. (s. f.). DOH. Recuperado 16 de enero de 2021, de <http://www.doh.cl/productosyservicios/tiposproducto/Paginas/default.aspx>
- Montes, C. (2019, 6 diciembre). Chile empeora en ranking de países afectados por el cambio climático. La Tercera. <https://www.latercera.com/que-pasa/noticia/chile-desciende-mas-de-30-puestos-en-ranking-de-paises-afectados-por-el-cambio-climatico/925972/>
- Municipalidad de Iquique. (2020). Imagen Objetivo Iquique. <http://www.municipioiquique.cl/descargas/plano-regulador/Imagen-Objetivo.pdf>

- Municipalidad de Iquique. (2020b). Resumen Ejecutivo Imagen Objetivo y Alternativas. <http://www.municipioiquique.cl/descargas/plano-regulador/Resumen-Ejecutivo-Imagen-Objetivo-Octubre-2020.pdf>
- Munters Corporation. (2012). CELdek. Mulders. <https://www.munters.com/globalassets/inriver/resources/celdek-gg.pdf>
- Nunez, C. (2019, 31 mayo). Desertification, explained. Environment. <https://www.nationalgeographic.com/environment/habitats/desertification/>
- Pacific Institute. (s. f.). Water Conflict Chronology. WorldWater. Recuperado 14 de enero de 2021, de <http://www.worldwater.org/conflict/map/>
- Parra, F. (2019, agosto). La temible desertificación que está asolando Chile. La Tercera. <https://www.latercera.com/que-pasa/noticia/la-temible-desertificacion-que-esta-asolando-chile/774348/>
- Pinsker, J. (2019, 31 julio). When Will the World's Population Stop Growing? The Atlantic. <https://www.theatlantic.com/family/archive/2019/07/world-population-stop-growing/595165/>
- Plan Regulador Iquique. (s. f.). Municipalidad de Iquique. Recuperado 16 de enero de 2021, de <http://www.municipioiquique.cl/municipalidad/plan-regulador.html>
- Playas Chile. (s. f.). Playas de Tarapaca Chile, verano norte de chile. Recuperado 16 de enero de 2021, de <http://www.playaschile.com/regiones/tarapaca.html>
- Portal de Servicios Climáticos - Dirección Meteorológica de Chile. (s. f.). meteo Chile. Recuperado 17 de enero de 2021, de <https://climatologia.meteochile.gob.cl/application/anual/temperaturaMediaAnual/200006/2020>
- Reganold, J. (2016, agosto). Can we feed 10 billion people on organic farming alone? The Guardian. <https://www.theguardian.com/sustainable-business/2016/aug/14/organic-farming-agriculture-world-hunger>
- Revkin, A. (2018, julio). Climate Change First Became News 30 Years Ago. Why Haven't We Fixed It? National Geographic. <https://www.nationalgeographic.com/magazine/2018/07/embark-essay-climate-change-pollution-revkin/>
- Sahara Forest Project. (s. f.). Technology extentions. Recuperado 12 de enero de 2021, de <https://www.saharaforestproject.com/technology-extentions/>
- Sarria, R., Standen, M., & Vilaza, N. (2015, octubre). Evaluación social de alternativas de abastecimiento de agua potable a la costa sur de Iquique. Repositorio Académico de la Universidad de Chile. <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/134624>
- Seawater Greenhouse. (s. f.). Technology. Recuperado 11 de enero de 2021, de <https://seawatergreenhouse.com/technology>
- Sud-Austral Consulting SpA. (2016, julio). Alineado con la estrategia decenal de la CNUCLD, la iniciativa de degradación neutral de la tierra y los objetivos de desarrollo sostenible. [https://www.researchgate.net/profile/Patricio\\_Emanuelli/publication/311910528\\_ACTUALIZACION\\_DE\\_CIFRAS\\_Y\\_MAPAS\\_DE\\_DESERTIFICACION\\_DEGRADACION\\_DE\\_LA\\_TIERRA\\_Y\\_SEQUIA\\_EN\\_CHILE\\_A\\_NIVEL\\_DE\\_COMUNAS/links/5861a55508ae329d61ff3577/ACTUALIZACION-DE-CIFRAS-Y-MAPAS-DE-DESERTIFICACION-DEGRADACION-DE-LA-TIERRA-Y-SEQUIA-EN-CHILE-A-NIVEL-DE-COMUNAS.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Patricio_Emanuelli/publication/311910528_ACTUALIZACION_DE_CIFRAS_Y_MAPAS_DE_DESERTIFICACION_DEGRADACION_DE_LA_TIERRA_Y_SEQUIA_EN_CHILE_A_NIVEL_DE_COMUNAS/links/5861a55508ae329d61ff3577/ACTUALIZACION-DE-CIFRAS-Y-MAPAS-DE-DESERTIFICACION-DEGRADACION-DE-LA-TIERRA-Y-SEQUIA-EN-CHILE-A-NIVEL-DE-COMUNAS.pdf)
- Sundrop Farms. (2020). Our Technology - The Sundrop System. <https://www.sundropfarms.com/our-technology/>
- Tarapaca Online. (2012, 16 noviembre). Balneario Chanavayita tendrá la planta desaladora más moderna de Sudamérica – Tarapaca Online. <https://www.tarapacaonline.cl/2012/11/16/chanavayita-tendra-la-planta-desaladora-mas-moderna-de-sudamerica/>
- The Sekforde Society. (2019, 7 febrero). Event 5: Charlie Paton - The Architecture of Water. YouTube.

[https://www.youtube.com/watch?v=MWlZrf97B44&ab\\_channel=TheSekfordeSociety](https://www.youtube.com/watch?v=MWlZrf97B44&ab_channel=TheSekfordeSociety)

Vimeo. (2021, 7 enero). Bamboo and Seawater: The Makings of a Better World [Vídeo]. Vimeo. <https://vimeo.com/460618711>

World Health Organization. (2015, 9 marzo). WHO | Promoting fruit and vegetable consumption around the world. WHO. <https://www.who.int/dietphysicalactivity/fruit/en/>

## Anexo 1 (referenciado en la página 24)

### Opciones de Emplazamiento:

- Caleta Hornos (Latitud -29.61): sector cerca de la carretera que podría visibilizar el proyecto. población **811**
  - Sectores de cultivo a **20 km** lineales. (Teatinos)
- Chungungo (Latitud -29.44): contiene información en Wikipedia y tiene una caleta establecida. Población **373**
  - Sectores de cultivo a **17 km** lineales. (Choros Bajos)
- Punta de Choros (Latitud -29.24): información Wikipedia. Población en verano aumenta más de 6 veces. Población **500**
  - Sectores de cultivo a **15 km** lineales. (Choros Bajos)
- Caldera (Latitud: 27.00): Ciudad con posibilidades de expansión, cercanía de lugar turístico Bahía Inglesa. Población: **16.150**
  - Río y plantaciones a **30 km** lineales. (Toledo)
- Caleta Barranquillos (Latitud: 27.51): Tiene una población flotante bastante grande: alrededor de **14.000**
  - Río y plantaciones a **21 km** lineales. (Toledo)
- Puerto Flamenco (Latitud -26.57): balneario de Diego de Almagro, el Salvador, Chañaral. Población flotante sobre 3 mil. Población **430**
  - Río y plantaciones a **87 km** lineales. (Toledo)
- Chañaral (Latitud - 26.34): Capital de la zona con aeródromo y estadio que atrae a gente. Población **12.213**
  - Río y plantaciones a **107 km** lineales. (Toledo)
- Mejillones (Latitud -23.09): Sector industrial con posibilidad de expansión con posibilidad de encontrar buenos antecedentes. Población: **13.467**
  - Pequeñas plantaciones a **60 km** lineales. (Este Antofagasta)
- ✓ **Chanavayita** (Latitud: -20.7): Sector de más al norte con posibilidad de explorar en Google Maps. Existe una tesis de ingeniería del sector que no se puede acceder por la pandemia. Población: **603**
  - Plantaciones a **66 km** lineales. (Pozo Almonte)



# IMAGEN OBJETIVO



## Resumen Ejecutivo Imagen Objetivo y Alternativas

Actualización Plan Regulador Comunal  
de Iquique

2020

1. Introducción
2. Fundamentos técnicos
3. Objetivos y lineamientos de planificación
4. Alternativas de estructuración sistema urbano y plataforma de transporte logística e industrial



# SISTEMA URBANO COMUNAL

## Chanavayita

TERRITORIO SUJETO A PLANIFICACIÓN

SISTEMA URBANO 4.028 ha (49%)



**FCD-1** Disponibilidad de Suelo para Crecimiento Urbano

ADMINISTRACIÓN DEL TERRITORIO



Chanavayita dispone de predios públicos que han sido transferidos a privados en torno al borde costero sur; así como predios que se mantienen de propiedad fiscal bajo administración pública.

Existe una zona para la **extensión del territorio al sur con propiedades públicas loteadas.**

Chanavayita **no cuenta con territorio operacional** de la empresa sanitaria, sino con sistema APR (instalado en 2012) que surte a 224 beneficiarios.



**FCD-3** Mejora en la dotación de áreas verdes, espacios públicos y equipamiento

COBERTURA ACTUAL DE EQUIPAMIENTOS Y ÁREAS VERDES



Población actual **603 hab** (Censo INE 2017) presenta suficiente cobertura de los siguientes equipamientos:

- **Salud:** Posta de Salud Rural Chanavayita (estándar de pob. atendida máx. 2.000 hab.) tiene capacidad suficiente para atender población local y poblaciones aledañas (Caramucho (206 hab.) y Río Seco (131 hab.) pero **se emplaza en área de riesgo**
- **Educación:** Escuela básica (estándar 375 alumnos), posee capacidad para acoger población estudiantil actual y nuevos alumnos.
- **Seguridad:** retén de carabineros (cobertura 11.200 hab.).
- **Deporte:** cancha de fútbol (cobertura 2.500 hab.).
- **Área verde:** 3,5 ha de área verde costera y plaza (cobertura 24.500 hab.) no obstante falta materialización

Proyección de población a 30 años podría superar los 2.000 hab., generando nuevos requerimientos en salud, educación y deporte.





# ALTERNATIVAS DE ESTRUCTURACIÓN

## PROPUESTA DE ZONIFICACIÓN

### ALT 1: Eje transversal concentrado

Centralidad en torno a eje transversal entre borde costero y Ruta 1

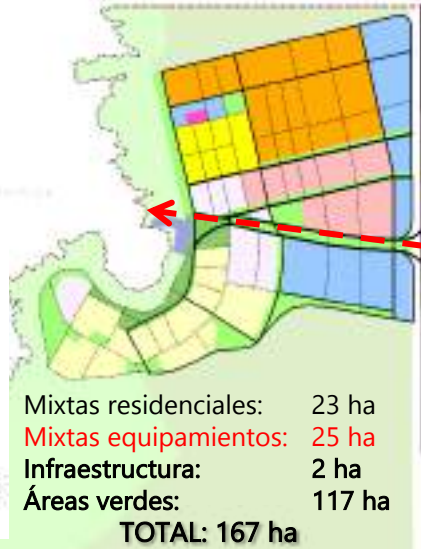
#### Zonificación

##### MIXTAS RESIDENCIALES

- BM, Zona Mixta Media Baja
- B, Zona Mixta Baja
- B2, Zona Baja

##### MIXTAS EQUIPAMIENTOS

- EQ, Equipamiento Preferente
- EQ+BM, Zona Mixta Equipamiento Media Baja
- EQ+R, Equipamiento en Riesgo



### CENTRALIDADES DE USOS DE SUELO



Equipamiento exclusivo: 15 ha  
 Equipamiento preferente: 10 ha

#### Alternativa 1

Zona para acoger equipamientos de carácter comunal e intercomunal en torno a Ruta 1 y borde sur de la localidad.

### ALT 2: Eje longitudinal distribuido

#### INFRAESTRUCTURA EXCLUSIVAS

- ZIP, Zona Infraestructura Portuaria
- ZGI, Zona Especial de Infraestructura

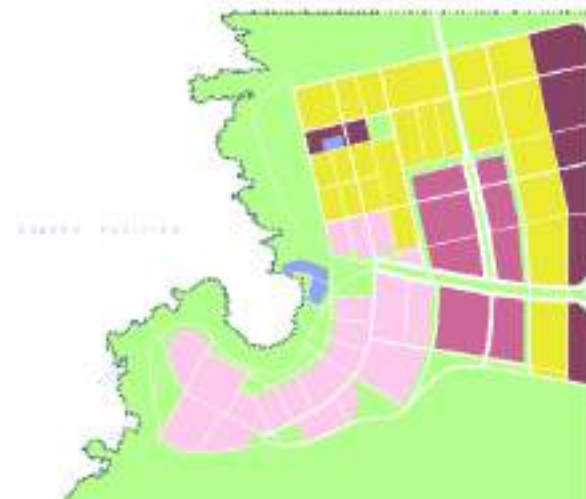
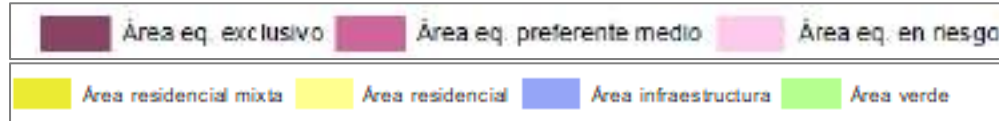
#### ÁREAS VERDES Y ESPACIOS PÚBLICOS

- AVBC, Área Verde Borde Contacto
- AVIP, Área Verde Proyectada
- ZEP, Zona Espacio Público

#### PROTECCIÓN

- ZPC, Zona Protección Costera

Centralidad en torno a nuevo eje longitudinal en zona de menor amenaza frente al riesgo



Equipamiento exclusivo: 9 ha  
 Equipamiento preferente: 11 ha

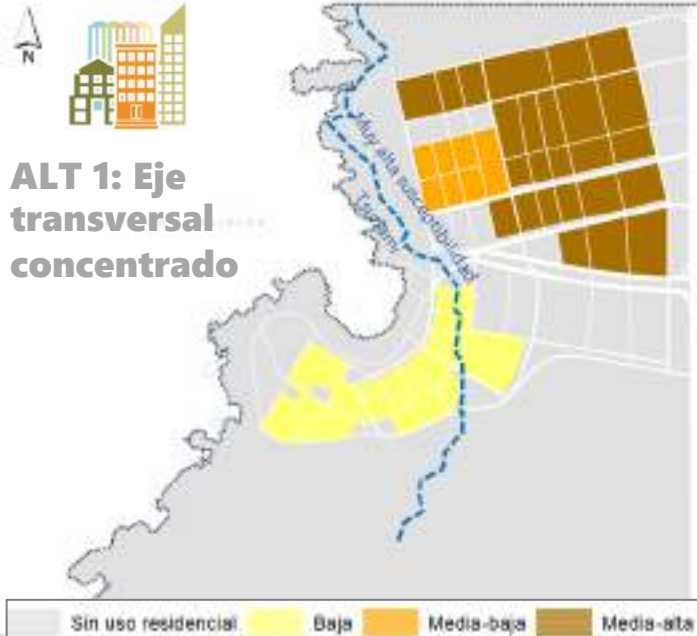
#### Alternativa 2

Eje de equipamientos en torno a Ruta 1 y área de centralidad interior para la localidad

# ALTERNATIVAS DE ESTRUCTURACIÓN

## INTENSIDAD DE OCUPACIÓN DE SUELO

## SISTEMA DE AREAS VERDES





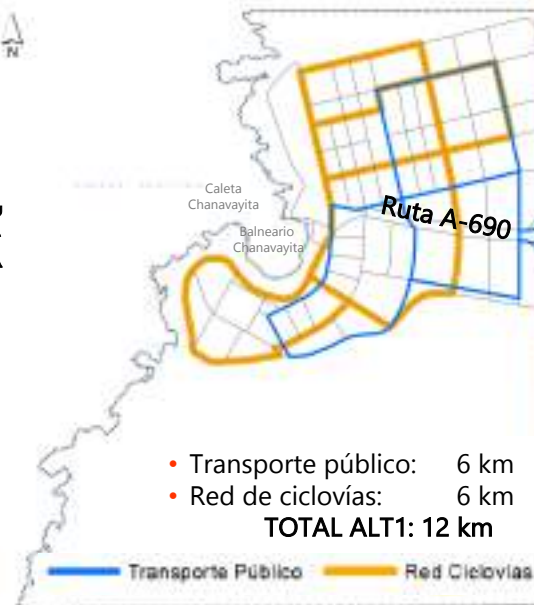
# ALTERNATIVAS DE ESTRUCTURACIÓN

## MOVILIDAD: VIALIDAD ESTRUCTURANTE Y DESPLAZAMIENTOS



### ALT 1: Eje transversal concentrado

Vialidad colectora solo transversal, articulando borde costero con Ruta 1

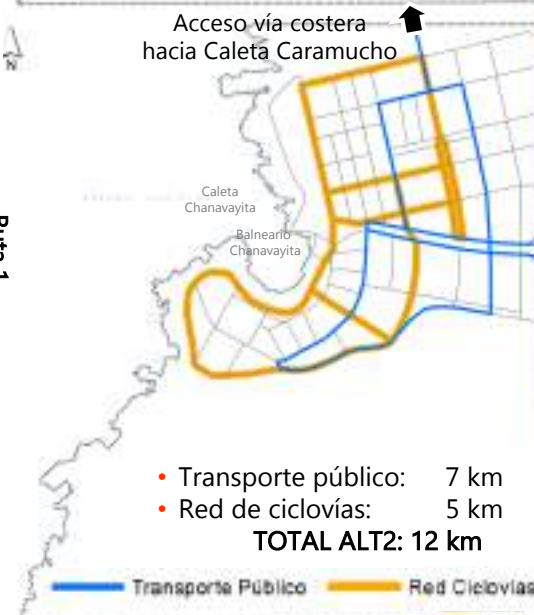


- Alternativa 1  
Red de transporte público recorre desde sector bajo a nueva extensión norte. Ciclo vía de borde e interna



### ALT 2: Eje longitudinal distribuido

Configuración de cruceta que articula dinámica interna y externa. Trama de vialidad de servicio compacta



- Alternativa 2  
Red de transporte público en torno a centralidad interior. Red de ciclo vía compacta, en torno a centralidad y borde costero.



- Expresa
- Colectora
- Servicio
- Local
- Exclusiva Peatonal

# ALTERNATIVA SUGERIDA

## EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

Alt 1

Alt 2



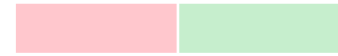
FCD-1



Disponibilidad de Suelo



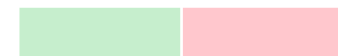
FCD-3



Dotación de áreas verdes, espacios públicos y equipamiento



FCD-5



Movilidad urbana



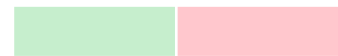
FCD-6



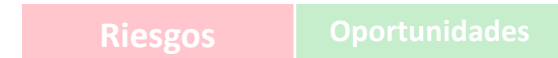
Disminución de la vulnerabilidad de la población



FCD-7



Fricción de uso de suelo

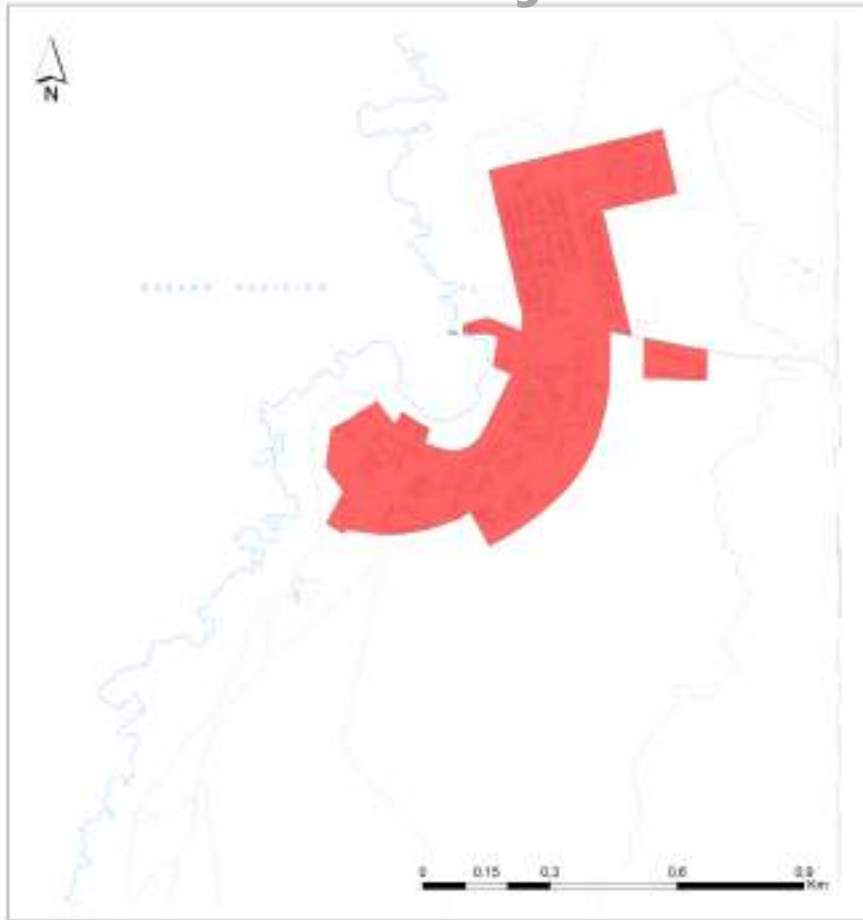


FCD	Medida	Indicador	OD		Evaluación	
			2011	2013	2011	2013
FCD-1 Disponibilidad de Suelo para Crecimiento Urbano	Potenciales conexiones al sistema sanitario según mix de uso e intensidad de ocupación	Número potencial de conexiones al sistema sanitario por vivienda y equipamiento	2573	2351	-1	1
			Valor Promedio FCD-1		-1	1
			Evaluación FCD-1		-1	1
FCD-3 Mejora en la dotación de áreas verdes, espacios públicos y equipamiento	Cobertura y Accesibilidad de áreas verdes y espacios públicos	Densidad Promedio (Habit/ha) de las zonas que integran el radio de influencia funcional de 5' a áreas verdes.	59,8	64	-1	1
			Valor Promedio FCD-3		-1	1
	Cobertura y Accesibilidad de equipamiento	Densidad Promedio (Habit/ha) de las zonas que integran el radio de influencia de las zonas de equipamiento m2/habitante de equipamiento	79,1	91,1	-1	1
27			17	1	-1	
Valor Promedio FCD-3		0,03	0,02	-1	1	
Evaluación FCD-3		-1	1			
FCD-5 Estructura de Movilidad que ordena los desplazamientos y propicia la intermodalidad.	Configuración de la trama	Densidad de Intersecciones viales de a lo menos 4 ejes, por superficie de área urbana (74° intersecciones / ha)	0,2	0,19	1	-1
			Valor Promedio FCD-5		1	-1
			Evaluación FCD-5		1	-1
FCD-6 Disminución de la vulnerabilidad de la población a factores de riesgo natural	Vulnerabilidad según carga de ocupación del área susceptible a riesgo	Porcentaje (%) de población en zonas afectas a riesgos de origen natural con susceptibilidades altas y muy altas.	13	4	-1	1
			Valor Promedio FCD-6		1	-1
			Evaluación FCD-6		-1	1
FCD-7 Reducción de los conflictos ambientales de uso entre industria/infraestructura y residencia	Intensidad de ocupación residencial en relación a las áreas industriales/ infraestructura	% de población expuesta en áreas contiguas a parque industrial	11	16	1	-1
			Valor Promedio FCD-7		1	-1
			Evaluación FCD-7		1	-1
<b>Evaluación Integrada</b>					<b>-1</b>	<b>1</b>

# ALTERNATIVA SUGERIDA

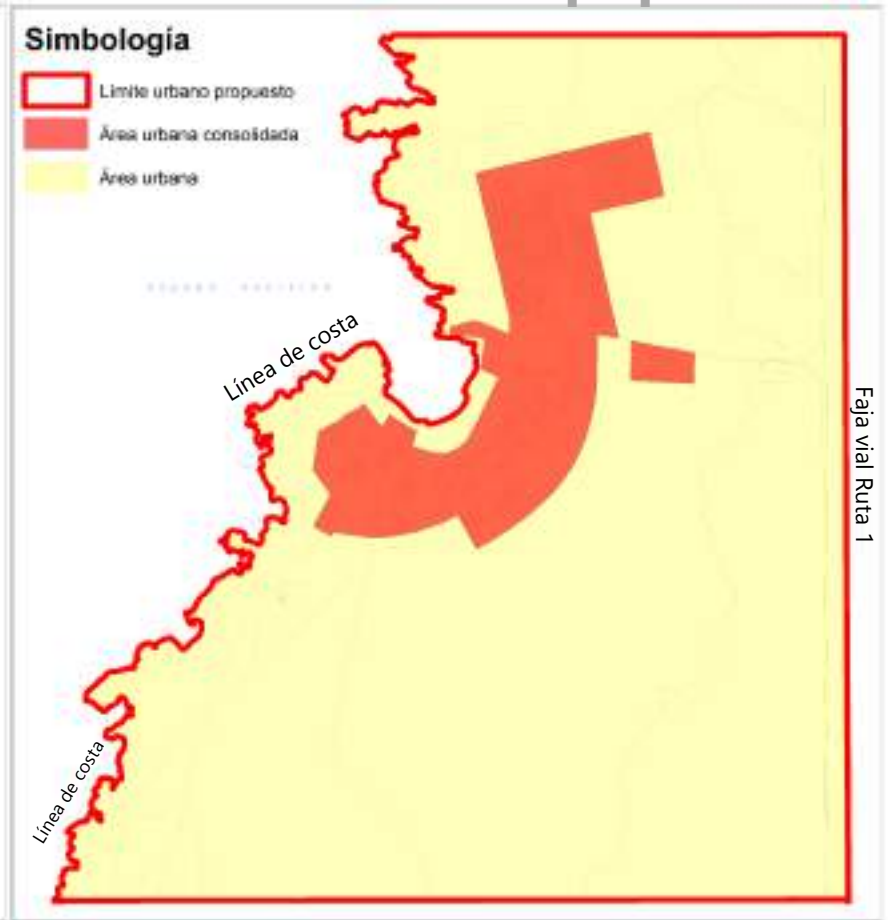
## DEFINICIÓN DE LÍMITE URBANO

### Situación PRC vigente



Área urbana consolidada:  
34 ha

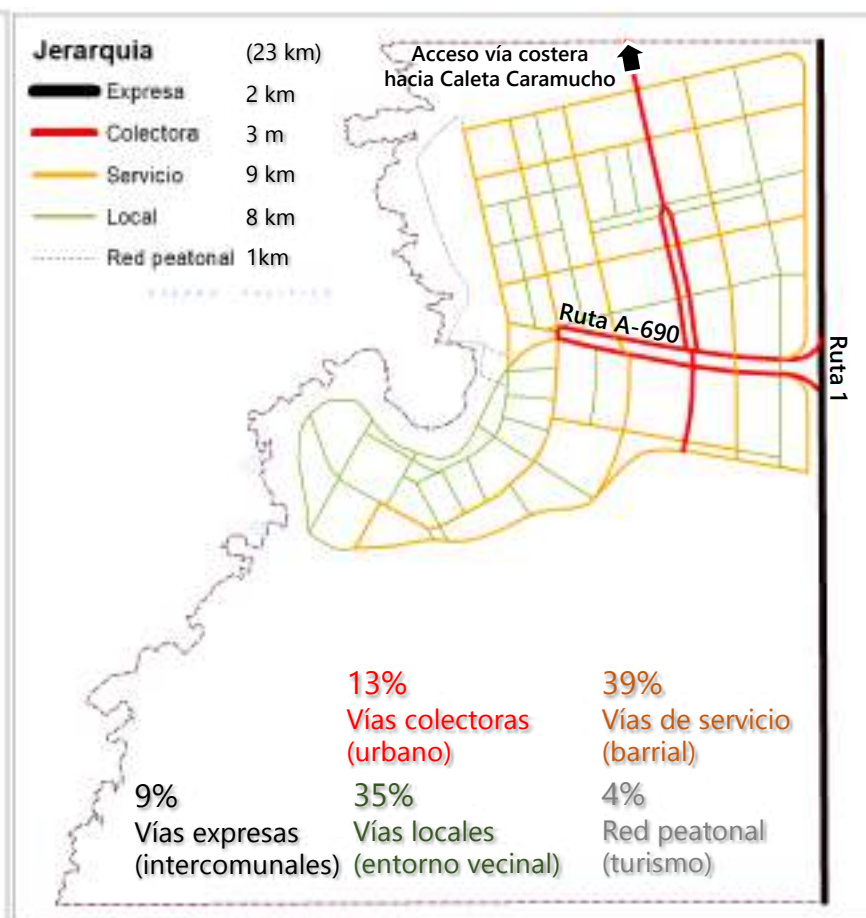
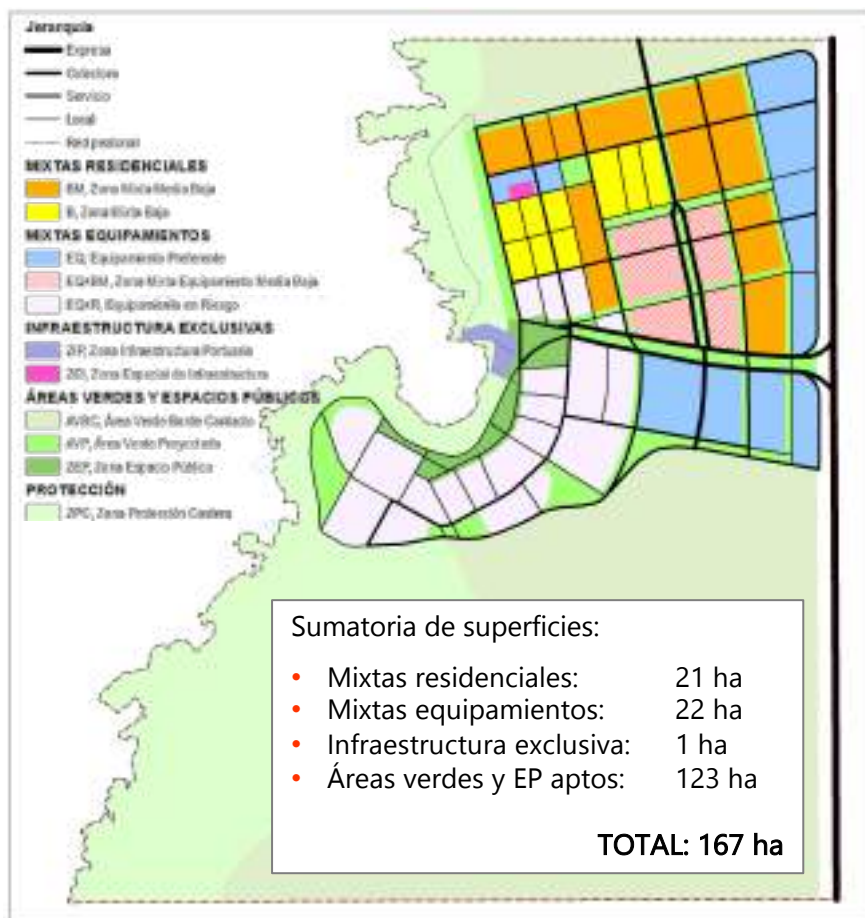
### Límite urbano PRC propuesto



Límite urbano propuesto:  
278 ha

# ALTERNATIVA SUGERIDA

## PROPUESTA DE ZONIFICACIÓN, VIALIDAD ESTRUCTURANTE



### • Zonificación

Considera zona amagada por riesgo de maremoto como zona equipamientos en riesgo. Se considera la inserción de una zona de equipamientos exclusivos por la Ruta A-690 las cuales se articulan con una zona de equipamiento mixta.

### • Vialidad

Se considera la **cruceta colectoras** como por la posibilidad de conectar Ruta 1 y Caramucho.