



UNIVERSIDAD DE CHILE
Facultad de Arquitectura y Urbanismo
Escuela de Arquitectura

PROYECTO DE TÍTULO ENERO 2012
Yves Besançon Prats_ Profesor
Jessica Ortloff Peña_ Alumna



UNIVERSIDAD DE CHILE

Facultad De Arquitectura Y Urbanismo

Escuela De Arquitectura

AGRADECIMIENTOS

Yves Besançon P. : Profesor guía

Verónica Veas B. : Profesora de Estructuras

Gastón Sánchez B.: Profesor Taller y diseño

Luis Goldsack J. : Profesor de Construcción

Alberto Vergara F. : Ingeniero Civil Bioquímico

Le agradezco a Dios por mi familia, que han sido mi mayor fortaleza en la vida y durante este proceso. También le debo a Él, el incondicional apoyo de Kurt que me ha ayudado a confiar en mí, y a mi compañera Aileen que me ha hecho creer que con convicción todo es posible.

“(...) podríamos preguntarnos si existe algo que pudiéramos llamar ‘arquitectura industrial’, o al menos si se trata de un tema del que es posible reflexionar. (...) En un extremo hay productos fuertemente condicionados por la industria y determinados de manera débil por la arquitectura. En el lado opuesto también hemos visto casos en los que la arquitectura somete a sus lógicas a la totalidad de las operaciones. Pero en ambos extremos los adjetivos son innecesarios porque se obtiene sólo ‘industria’ en el primer caso, y ‘arquitectura’ en el segundo (...)”. (Francisco Liernur, 1998, pag.19)

0. INTRODUCCIÓN; MOTIVACIONES Y OBJETIVOS

pág. 10

1.MARCO TEÓRICO

pág. 12

- 1.1 Energías Renovables No Convencionales
- 1.2 Escenario energético de nuestro país
- 1.3 Ley n°20.257 para el fomento de las ERNC
- 1.4 Ley 20/20
- 1.5 Otros fomentos para las ERNC
- 1.6 Política energética en Chile
- 1.7 Conclusiones y comentarios

2.TEMA; BIOGÁS A PARTIR DE ALGAS MARINAS

pág. 28

- 2.1 La biomasa en Chile
- 2.2 Usos de la biomasa
- 2.3 Producción de Biogás con algas
- 2.4 “Sistema de Biodigestión Anaerobia de dos Etapas”
- 2.5 Ventajas del Biogás de algas marinas
- 2.6 Conclusiones y comentarios

3. EL LUGAR: CALETA QUEULE

pág. 38

- 3.1 Presentación del lugar
- 3.2 Características de la comunidad
- 3.3 Conclusiones y comentarios

4. PROYECTO: PLANTA BioAlgás

pág. 48

- 4.1 Planteamiento inicial
- 4.2 El problema: definición de una propuesta
- 4.3 Elección del terreno
- 4.4 Normativa aplicable al proyecto
- 4.5 Programa
- 4.6 Producción dinámica
- 4.7 Referentes
- 4.8 Partido general
- 4.9 Anteproyecto
- 4.10 Estudio financiero

5. CONCLUSIONES

pág. 102

6. BIBLIOGRAFÍA

pág. 104

0. INTRODUCCIÓN; MOTIVACIONES Y OBJETIVOS

La conciencia ambiental y ecológica se ha instalado gradualmente en nuestra sociedad, y es por esto que cada día es más común ver a la gente utilizando bolsas reutilizables, practicar el reciclaje en las casas, evitar duchas largas y optar por medios de transporte limpios como la bicicleta. No hay organismo que exija cumplir estas conductas, pero la conciencia de los chilenos se encausa en aportar con el medio ambiente, y esto tiene cada vez más adeptos.

Las constantes discusiones sobre la generación y uso de energía se apoderan del discurso público, y es que nadie queda ajeno a tener una opinión sobre el desarrollo de nuestro país y las consecuencias futuras de las acciones del presente. El ejemplo más emblemático y reciente es la aprobación de Hidroaysén, que ha logrado convocar de modo transversal a todos los sectores sociales y políticos en una discusión generalizada sobre el desarrollo sustentable y la política energética de nuestro país.

Sin embargo, a falta de propuestas específicas que expresen una política concreta de desarrollo energético sustentable, cabe la interrogante sobre qué destino tienen aquellos estudios realizados por alumnos de diversos campos de estudio cada año y que demuestran la efectiva viabilidad de la utilización de energías no contaminantes. Las tecnologías existen, pero al parecer falta la disposición para ponerlas en marcha.

Por esto, la presente investigación pretende dar una mirada multidisciplinaria a la problemática energética de nuestro país, enfocándose en el desarrollo de nuevas alternativas energéticas como son las Energías Renovables No Convencionales ERNC, de modo que la arquitectura se transforme en la disciplina materializadora y planeadora de una nueva posibilidad de producción de energía. También se pretende evaluar la efectiva viabilidad del proyecto, abarcando un estudio financiero que permita dar una mirada objetiva a las posibilidades de realización del proyecto.

1. MARCO TEÓRICO

1.1 ENERGÍAS RENOVABLES NO CONVENCIONALES ERNC

Tal y como su nombre lo indica, las Energías Renovables No Convencionales hace referencia a todas aquellas que no se consumen si se agotan en su proceso de transformación y aprovechamiento de energía.

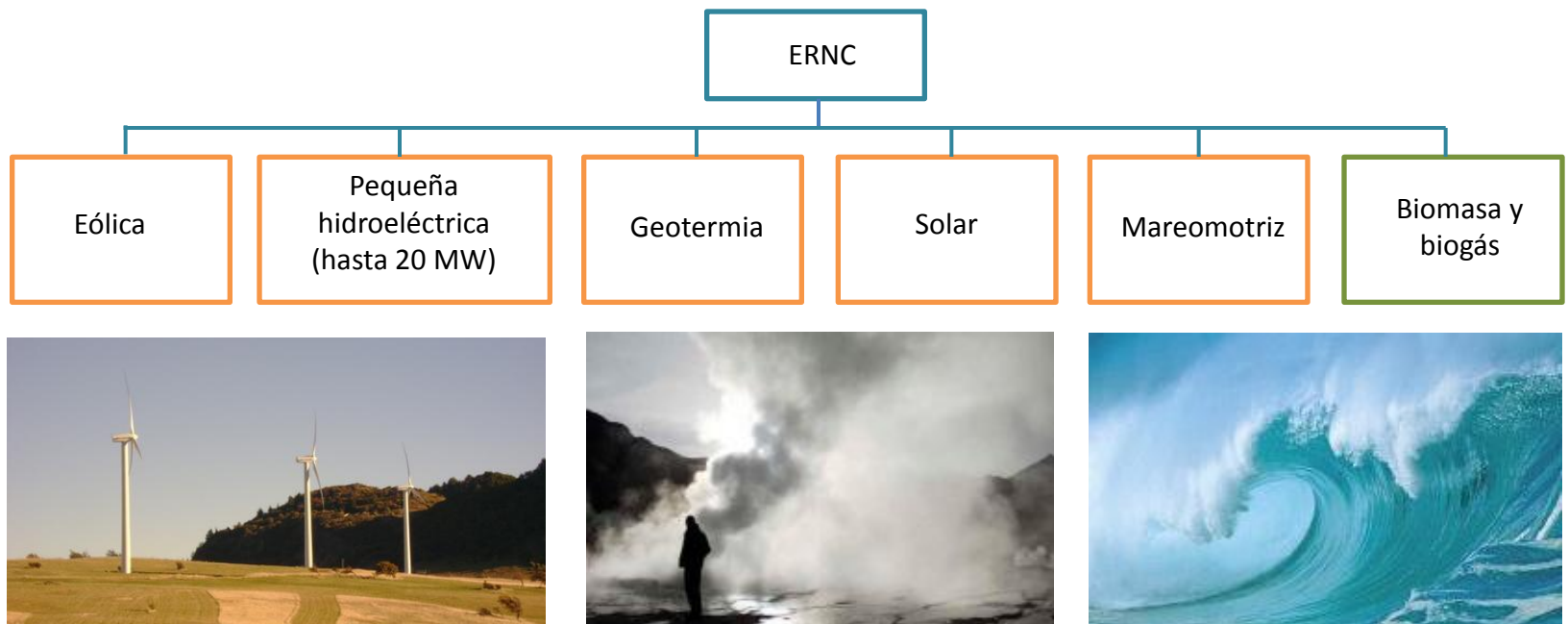


Imagen 1: Parque Eólico Aysén. Fuente: <http://www.flickr.com/photos/foreinger/2626108001/>

Imagen2: Energía geotérmica en Chile. Fuente: <http://invertirenchile.wordpress.com/2010/03/19/chile-entrega-concesion-para-explotar-energia-geotermica-en-el-sur/>

Imagen3: Energía mareomotriz. Fuente: <http://cmaoceanica.blogspot.com/2008/10/como-ya-mencionamos-anteriormente-la.html>

Chile presenta un contexto altamente favorable para la producción de este tipo de energías.

El norte y sur del país presentan condiciones ideales para la instalación de parques eólicos. Precisamente en el sur se encuentra el único parque eólico instalado a la red eléctrica, llamado Alto Bagueles en Aysén.

A partir del centro de Chile y hacia el sur, existe una geografía caracterizada por la presencia de ríos, por lo que las pequeñas hidroeléctricas de capacidad menor a los 20 MW, son altamente viables. Estas no presentan un alto impacto ambiental a diferencia de las grandes centrales, por lo que se catalogan como energía limpia y que tienen un gran potencial de desarrollo.

La energía solar es muy viable considerando que el norte de Chile tiene el privilegio de contar con los cielos más despejados del mundo durante todo el año.

La presencia de un extenso borde costero nos lleva a pensar en la posibilidad de explotar la energía mareomotriz, que aún se encuentra en desarrollo a nivel mundial y es la energía más cara de producir junto con la geotérmica. Esta última, tiene un gran potencial a lo largo de todo el país por la presencia de la Cordillera de Los Andes, y por el momento sólo existen estudios a pequeña escala.

La **biomasa** es toda la materia orgánica que puede ser convertida en energía. También se incluyen aquellos desechos orgánicos provenientes del sector agrícola (residuos de trigo, excremento de animales, etc.), del sector forestal (aserrín, despuntes, corteza, etc.) y los residuos urbanos (aguas duras, basura orgánica, etc.). Su uso como energía es principalmente la producción de biogás para la producción de energía eléctrica.

De esta última, cabe señalar que las materias primas abundan para la producción de energía a partir de la biomasa, por lo que resulta una de las alternativas energéticas más viables para nuestro país.

1.2 ESCENARIO ENERGÉTICO EN NUESTRO PAÍS

Chile tiene cuatro sistemas de interconexión de la energía eléctrica que conectan a los centrales y empresas generadores, los que corresponden a:

- SING** (Sistema Interconectado del Norte Grande)

Cubre desde Arica hasta la parte sur de la segunda Región. La actividad minera en la Región representa más del 80% de la demanda eléctrica.

En el área del SING vive el 6,2% de la población nacional.

- SIC** (Sistema Interconectado Central)

Abastece desde Taltal hasta Chiloé. El consumo es diverso, pues hay industrias, comercio y personas.

En esta zona vive el 92,3% de los habitantes de Chile.

- Sistema Eléctrico de Aysén**

Más que un “sistema” consolidado, son varios subsistemas que funcionan simultáneamente para dotar de energía a la región.

La población de Aysén corresponde al 0,6% del total nacional.

- Sistema Eléctrico de Magallanes**

AL igual que Aysén, en Magallanes hay varios subsistemas no interconectados.

En Magallanes vive el 0,9% de la población de Chile

En el caso del SIC, más del 50% de la generación es en base a energía hidráulica, seguido por la energía térmica en base a carbón, petróleo diesel y gas natural. El 3% de la Energía Renovable No Convencional corresponden a la biomasa y eólica .

En cambio en el SING, la generación es principalmente con energía térmica en base a combustibles fósiles, siendo el más utilizado el carbón, seguido del gas natural y finalmente el diesel. La energía hidráulica aporta apenas en un 0,5% debido a la escases del recurso. El 0,4% de ERNC corresponde principalmente a pequeños aportes de la energía eólica, solares y geotérmica.

El Sistema Eléctrico de Aysén funciona principalmente a partir de la energía hidráulica, eólica y centrales diesel y es la que presenta un mayor porcentaje en relación a su suministro de ERNC, de un 41,5%.

Para el extremo sur de nuestro país, el Sistema Eléctrico de Magallanes funciona en su totalidad a partir de energía térmica proveniente del gas natural.

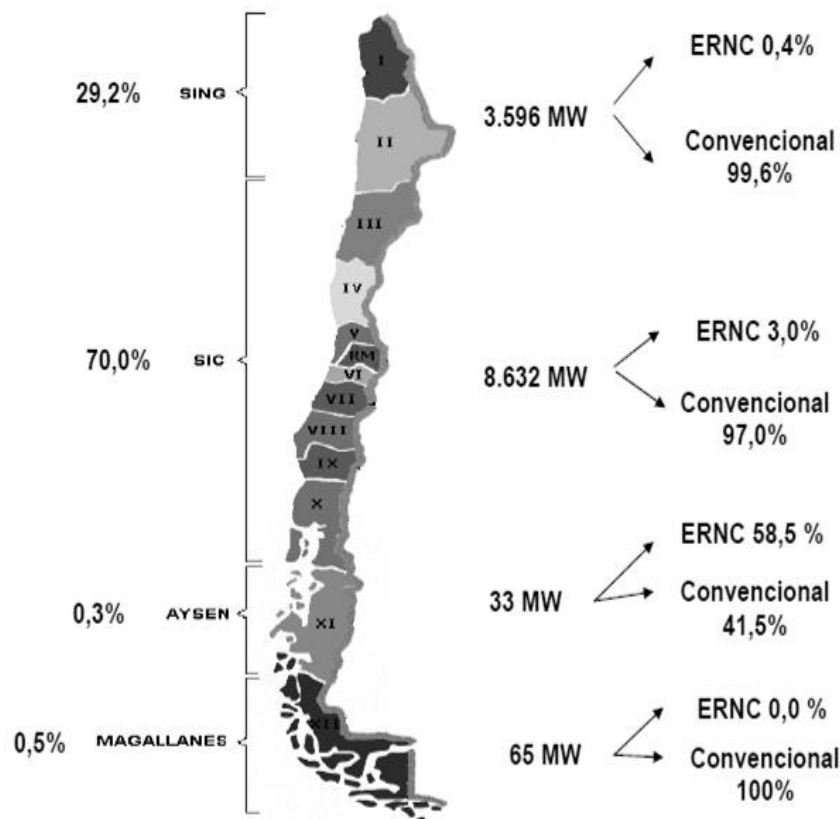


Imagen 1: Capacidad instalada de generación eléctrica por sistema al año 2006.

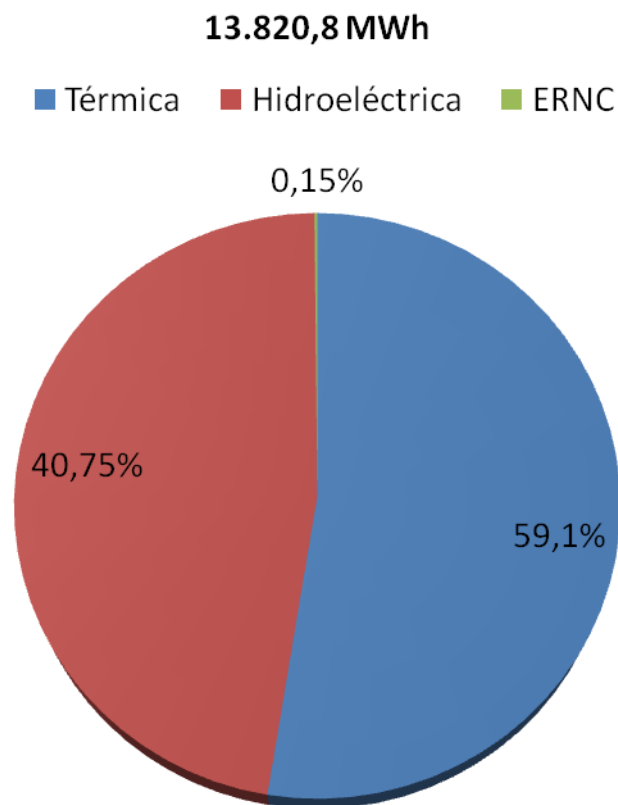
Fuente: Santana, Christian. *Energías Renovables No Convencionales en Chile*. Comisión Nacional de Energía. www.eclac.org/drni/noticias/noticias/1/.../Christian_Santana.pdf

Como se expresa en el gráfico, la energía desarrollada en nuestro país en una unidad de tiempo equivalente a una hora corresponde a 13.820,8 MW.

De esta capacidad total, el mayor porcentaje de energía se obtiene a través de la producción térmica, que contempla un gran uso de materias primas como el carbón, diesel y gas natural, proceso que emite gases altamente contaminantes al medio ambiente.

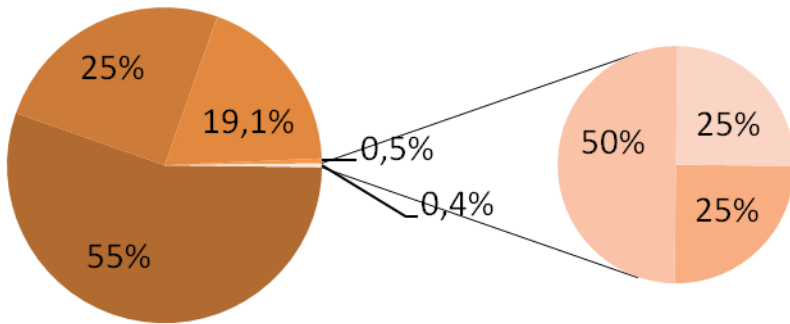
En segundo lugar se presentan las hidroeléctricas de capacidad superior a 20 MW/h, lo que también es considerado una energía convencional, ya que implican una gran intervención en el lugar de su instalación.

Lo preocupante de estas cifras, resulta ser el bajo índice de Energías Renovables No Convencionales que se utilizan en nuestro país, lo que significa que apenas un 0,15% de la energía utilizada a lo largo de nuestro país es limpia sustentable.



13.220 GWh/año

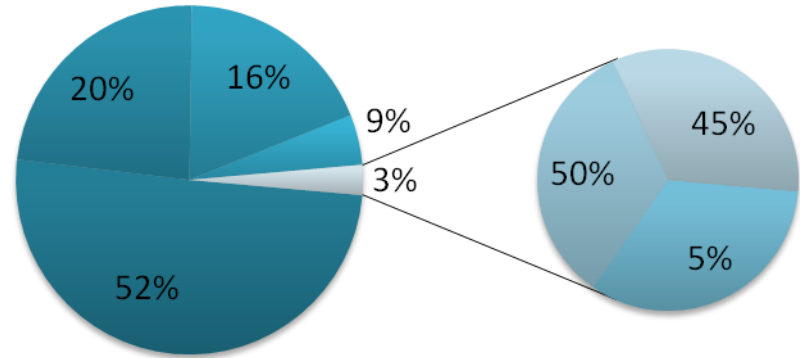
- Carbón
- Gas natural
- Diesel
- Hidro
- Eólica
- Solar
- Geotérmica



SING

41.800 GWh/año

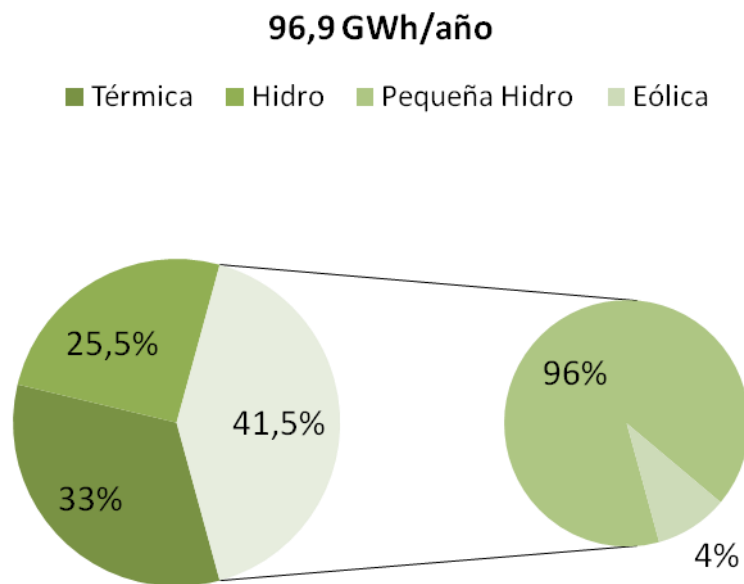
- Hidro
- Carbón
- Diesel
- Gas natural
- Biomasa
- Eólica
- Hidro <20MW



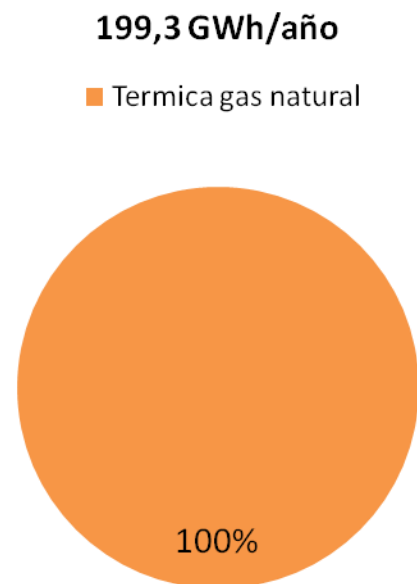
SIC

Gráficos 1 y 2: Generación SIC y SING 2009 de acuerdo a fuentes de energía (actualizado).

Fuente: Román, Roberto. SIC y SING, dos Sistemas, dos Realidades <http://www.futurorenovable.cl/antecedentes/sic-y-sing-dos-sistemas-dos-realidades>. Consultado el 10/05/2011



Sistema Eléctrico Aysén



Sistema Eléctrico Magallanes

De la información anterior, se desprende que nuestro país no presenta un sistema realmente organizado y unificado que dé una solución a las necesidades energéticas de nuestro país.

Esto se demuestra cuando vemos las diferencias totalmente opuestas sobre el modo de aplicar las distintas fuentes de energías, y que no existe un patrón común de generación, pasando de un SIC en que predomina la energía hidroeléctrica, hasta un SING en que prácticamente no existe un aporte de esta fuente. Más preocupante aún es la situación de Sistema de Energía de Magallanes, que presenta una dependencia absoluta del gas natural, combustible fósil natural, no renovable y altamente contaminante. Sin embargo, cabe destacar el ejemplo del Sistema Eléctrico de Aysén, que a pesar de tener un bajo porcentaje de generación de apenas un 0,3% del total nacional, sus índices reflejan una política interna de mayor conciencia ambiental, en que las ERNC tienen una gran importancia.

Por lo tanto el actual **“Sistema de Energía Nacional”**, realmente se refiere a una sumatoria de subsistemas que cuando se expresan en estadísticas se observa una preocupante segregación nacional en material energética, en que cada zona de forma autónoma e independiente tiene que solucionar sus propios problemas energéticos.

Si bien está claro que la diversidad geográfica y climática son las que condicionan las posibilidades de obtención de energía, el sistema actual expresa una crisis que necesita con urgencia desarrollar una política energética nacional que plantee objetivos para el corto y largo plazo.

Lo más importante aún, es que la política energética de nuestro país plantee un desarrollo sustentable y que elimine gradualmente la huella de carbono, reduciendo la emisión de gases tales como el CO₂ que contribuyen al aumento del efecto invernadero provenientes principalmente de las termoeléctricas

1.3 LEY n° 20.257 PARA EL FOMENTO DE LAS ERNC

En abril de 2008 se modificó la “Ley General de Servicios Eléctricos”, indicando que las empresas generadoras deben proveer un 10% de energía proveniente de ERNC del suministro total.

La ley comenzó a regir a partir del 1 de enero de 2010, estableciendo un suministro inicial de un 5% hasta el año 2014 y a contar del año 2015, se aumenta un 0,5% anual, hasta llegar al 10% el año 2024.

Sin embargo, esta ley rige sólo para los sistemas eléctricos con capacidad instalada mayor a 200 MW, restringiéndose su aplicación al SIC y al SING, quedando fuera los sistemas de Aysén y Magallanes,

Se estima que para el año 2020 Chile debería tener instalados 1527 MW exclusivamente provenientes de ERNC.

AÑO	%ERNC	DEMANDA (GWh)	MERCADO ERNC (MW Inst.)
2010	5	25692,68	325,88
2011	5	29454,24	373,6
2012	5	33441,5	424,17
2013	5	37667,99	477,78
2014	5	42148,07	534,6
2015	5,5	46896,95	654,32
2016	6	51930,77	790,42
2017	6,5	57266,61	944,27
2018	7	62922,61	1117,35
2019	7,5	68917,97	1311,22
2020	8	75273,05	1527,61
2021	8,5	82009,43	1768,34
2022	9	89150	2035,39
2023	9,5	96718,99	2330,87
2024	10	104742,13	2657,08

Para estimar la demanda del sistema se supuso un crecimiento de largo plazo del 6% anual.

Tabla 1: Dimensionamiento mercado de generación ERNC.

Fuente: <http://web.ing.puc.cl/~power/alumno08/renewables/mercadoernc.html>

1.3 LEY 20/20

En el transcurso del año 2010 la Comisión de Minería y Energía del Senado presentó la iniciativa legal que busca convertir en ley la meta gubernamental de 20% de ERNC al año 2020, subsanando así la ley n° 20.257 PARA EL FOMENTO DE LAS ERNC previamente explicada.

De esta forma, se incrementaría de un 8% de ERNC proyectados según la ley actual, a un 20% si este proyecto se aprobara, lo que significaría una aplicación eficaz del uso de ERNC en el país.

Otros factores que se toman en cuenta para crear este proyecto de ley, es crear una regulación de precios en el mercado energético a través de la inclusión masiva de ERNC, ya que actualmente la energía generada a partir de combustibles fósiles sufre constantemente incrementos en su valor.

De las mayores críticas que se hace a estas iniciativas, es que continúan con grandes vacíos legales. En primer lugar cabe destacar que no existe una distinción entre las distintas tecnologías que implica el uso de ERNC, ya que cada una necesita requerimientos específicos para impulsar su desarrollo.

Por otra parte, y considerando los costos de inversión, se favorece prioritariamente la pequeña hidráulica, lo que parece radicalmente opuesto al objetivo de diversificación.

1.4 OTROS FOMENTOS PARA LAS ERNC

a. CORFO

Este organismo tiene un sistema de apoyo a las ERNC que consiste en fondos para financiar parte de los trabajos de investigación y materialización para proyectos que se gestionen en regiones que no sean la Metropolitana.

FONDOS DE INVESTIGACION Y MATERIALIZACION EN REGIONES	
Financia	Estudios o asesorías especializadas en etapa de pre-inversión para proyectos iguales o superiores a U\$400.000 y que no sobrepasen los U\$2.000.000
Cantidad Financiada	No más del 50% del costo de los estudios o asesorías. Tope máximo 5 millones. Para proyectos de más de U\$ 2MM el tope es de U\$ 60.000
Quiénes pueden postular	Empresas privadas, nacionales o extranjeras, no necesariamente dedicadas al negocio de generación de energía, pero que desarrollen proyectos de ERNC por montos iguales o sobre los U\$ 400.000
Limitaciones	Los postulantes a este fondo no pueden postular a otros subsidios dados por la CORFO
Condiciones para ser beneficiado	Tener la propiedad del recurso o los derechos para explotarlo. Permisos de los propietarios para el caso de los estudios prospectivos
Criterios de evaluación	Grado de avance y plan de inversión del proyecto. Capacidad y fortaleza del solicitante. Impacto económico y social en la región a ejecutarse el proyecto. Porcentaje del financiamiento requerido. Reducción de gases invernaderos que provocará el proyecto.

Sin embargo, también se apoya a las empresas en etapa de investigación de proyectos de ERNC que se realicen en la Región Metropolitana.

PROGRAMA DE PROYECTOS DE PRE INVERSIÓN PARA LA REGIÓN METROPOLITANA	
Financia	Estudios o asesorías especializadas en etapa de pre-inversión para proyectos de generación de energía a partir de fuentes renovables que sean elegibles de acuerdo al protocolo de Kyoto.
Cantidad Financiada	No más del 50% del costo de los estudios o consultoría con un tope de 33 millones. Además el monto no puede sobrepasar el 2% del valor de la inversión total estimada del proyecto.
Quienes pueden postular	Empresas con ventas anuales netas inferiores a UF1.000.000 con proyectos de inversión en generación de energía con ERNC a materializarse en la Región Metropolitana por montos de inversión iguales o superiores a UF12.000
Ayuda	Las postulaciones se realizan con la ayuda de un Agente Operador Intermediario, proporcionado por la CORFO, que se encarga de apoyar a las empresas en la formulación y ejecución de sus proyectos. Son el intermediario entre las empresas y la entidad asignadora de recursos.

Tabla 3: Programa de Proyectos de Pre inversión para la Región Metropolitana.
 Fuente: <http://web.ing.puc.cl/~power/alumno08/renewables/mercadoernc.html>

b.Mecanismo De Desarrollo Limpio MDL

Corresponde a un acuerdo suscrito en el Protocolo de Kyoto que permite a los gobiernos de los países industrializados o desarrollados y a las grandes empresas llegar a acuerdos para cumplir con metas de reducción de Gases de Efecto Invernadero GEI.

El objetivo es que se realicen inversiones en proyectos de reducción de emisiones en países en vías de desarrollo como una alternativa para adquirir un **Certificado de Reducción de Emisión CER** (uno de los tres tipos de bonos de carbono) a menores costos que en sus mercados .

El MDL permite reducir costos a los países industrializados mientras que al mismo tiempo se da la posibilidad de transferir tecnologías limpias a los países en desarrollo.



Imagen 4: Mecanismo de desarrollo limpio MDL

1.5 POLÍTICA ENERGETICA EN CHILE

En los últimos años, una de las propuestas más específicas en el ámbito del desarrollo de una política energética fue la creación del Ministerio de Energía el 3 de diciembre de 2009 a través de la ley n°20.402. Así, se establece una separación de funciones, teniendo como principal misión elaborar políticas, regular y fiscalizar, además de la coordinación con la política medioambiental.

En esta instancia se plantean dos iniciativas que se esperaba comenzaran a operar a partir del año 2009 y que finalmente se ponen en marcha a fines del 2010:

•Agencia Chilena de Eficiencia Energética

Organización de carácter público-privado, que se enfoca en la implementación de proyectos y en asesorar el diseño de políticas de eficiencia energética a partir de la experiencia práctica.

•El Centro de Energías Renovables

En su momento, se definió como una “antena” tecnológica que aprovecharía el desarrollo tecnológico mundial, poniendo énfasis en las tecnologías limpias y las energías renovables en el mundo, difundiendo esa información en el país.

La propuesta institucional plantea al momento de su creación:

- Separación de funciones*
- Coordinación sectorial e integración de las regiones*
- Coordinación de la política medioambiental y la política energética*
- Coherencia sectorial de la acción de los servicios públicos del sector*
- Fortalecimiento de la capacidad de regulación*
- CNE técnica e independiente*
- Recursos humanos*

1.6 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA Y CONCLUSIONES

Cuando hablamos de una “política energética” y la evidente carencia de una planificación en este aspecto, cabe recordar la reciente creación del Ministerio de Energía, que sumado a una discontinuidad de representante, no ha logrado cumplir con sus objetivos al corto plazo.

Por otra parte, la normativa que busca fomentar las ERNC se presenta como un aporte beneficioso para la sociedad, el medioambiente y los empresarios. Sin embargo, analizando en profundidad las estadísticas, surge necesariamente el cuestionamiento del abastecimiento esperado, ya que una proyección de solo un **10% de ERNC parece insuficiente** para las necesidades reales del país.

Además, la discriminación de los sistemas según potencia instalada, implica que solo muy pocos queden integrados en esta iniciativa.

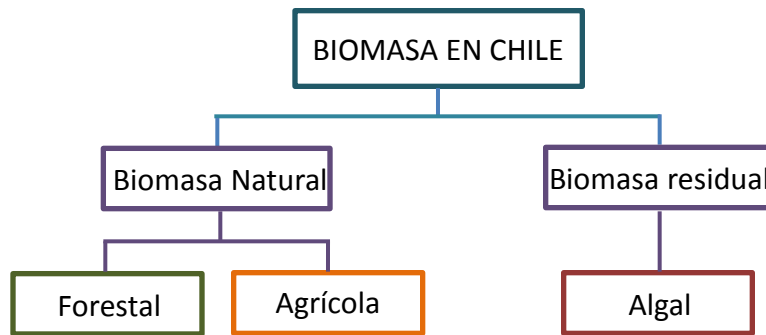
Dentro de los problemas más evidentes, es la falta de **coordinación y unidad del sistema energético en Chile**, que no integra a la totalidad de los chilenos en un plan y objetivo común, contribuyendo a la centralización y polarizar el regionalismo.

Como se mencionó anteriormente, nuestro país presenta una amplia gama de posibilidades para tener un crecimiento sustentable con energías limpias. Por este motivo, el enfoque de la investigación será materializar y dar vida a un **proyecto a partir de la biomasa**, considerada una de las energías más viables de explotar debido a la gran diversidad de materias primas disponibles.

La problemática se concentra en crear una propuesta que sea una contraparte a las energías convencionales que se siguen instalando en nuestro país y que actualmente tienen a una sociedad completa envuelta en una discusión sin fin.

2. TEMA; BIOGÁS A PARTIR DE ALGAS MARINAS

2.1 LA BIOMASA EN CHILE



Nuestro territorio presenta condiciones privilegiadas para la producción de principalmente tres tipos de biomasa. De estas, la forestal y agrícola corresponden a la biomasa residual, mientras que la algal corresponde a biomasa natural disponible en toda nuestra costa.

A continuación se describirá brevemente en que consiste cada tipo de biomasa y porque son estas fuentes las principales en nuestro país.

a. Biomasa Forestal

Chile presenta un crecimiento forestal que se encuentra entre los más altos del mundo y un amplio desarrollo de la industria forestal. Además, las plantaciones forestales pueden incluso aumentar, superando con creces la superficie actual de hectáreas plantadas ya que existen grandes superficies de territorio con aptitudes forestales.

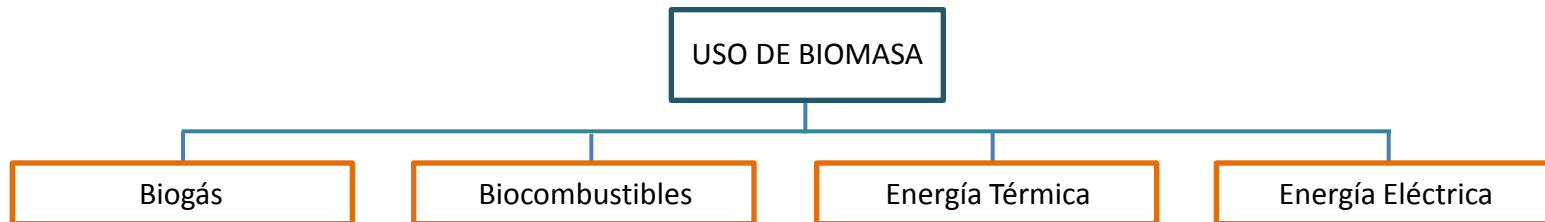
b. Biomasa Agrícola

Se considera el que el universo de criaderos avícolas existentes en el país es amplio, y sus tienen bajo costo y son muy concentrados lo que incide en una elevada generación específica de biogás respecto a residuos ganaderos y agropecuarios.

c. Biomasa Algal

Nuestra costa se extiende por 9.000 km, entregándonos una gran diversidad de algas que abundan durante todo el año y con las que se puede producir del biogás en periodos más cortos de generación comparado con las biomásas descritas anteriormente.

2.2 USOS DE LA BIOMASA



Se obtienen a partir de un proceso de “digestión anaerobia” de la biomasa. Se puede aplicar en motores de combustión interna, producción de calor, combustible para algunos automóviles y su uso más importante y relevante para la investigación; **producción de electricidad**

A partir de la biomasa se puede obtener combustibles de nueva generación como el etanol o biodiesel, sustituyendo el uso de combustibles fósiles. Su producción consiste en la obtención de lípidos naturales mediante el proceso industrial de esterificación.

De la combustión de la Biomasa se puede aprovechar la generación de calor y vapor. Del calor se puede proponer sistemas de calefacción alternativos, mientras que el vapor se utiliza en motores, como por ejemplo turbinas para producir electricidad.

Algunas fuentes de biomasa pueden ser utilizadas para generar electricidad cuya principal cualidad es que es renovable. Lo más relevante de la electricidad producida por fuentes como la biomasa es que no contribuye al efecto invernadero.

2.3 PRODUCCIÓN DE BIOGÁS CON ALGAS MARINAS

En la presente investigación, se utilizó la experiencia de **estudiantes de Ingeniería Ambiental de la Universidad Católica de Temuco** que a través de estudios llegaron a desarrollar un mecanismo para producir biogás con las algas de mayor disponibilidad en nuestra costa.

La especie de alga utilizada es la *Durvillaea* antártica -comúnmente conocida como **cochayuyo**- que es una de las especies de macroalgas chilenas económicamente importantes, por su uso para la producción de alginatos (polímero orgánico) y para consumo humano. Esta presente desde Coquimbo hasta la zona del Estrecho de Magallanes, siendo su hábitat el submareal rocoso hasta los 40 metros aproximadamente.

La recolección de esta alga adquiere su mayor importancia a nivel nacional en la **Región de La Araucanía**, por ser la región de las comunidades algaras mapuche lafkenches, que basan su desarrollo y economía en función de la recolección de macroalgas, especialmente el cochayuyo.

En general, las algas marinas y los huiros tienen una **gran importancia social**, ya que la recolección involucra a pescadores artesanales y sus familias, los que dependen de este recurso para su solvencia económica.

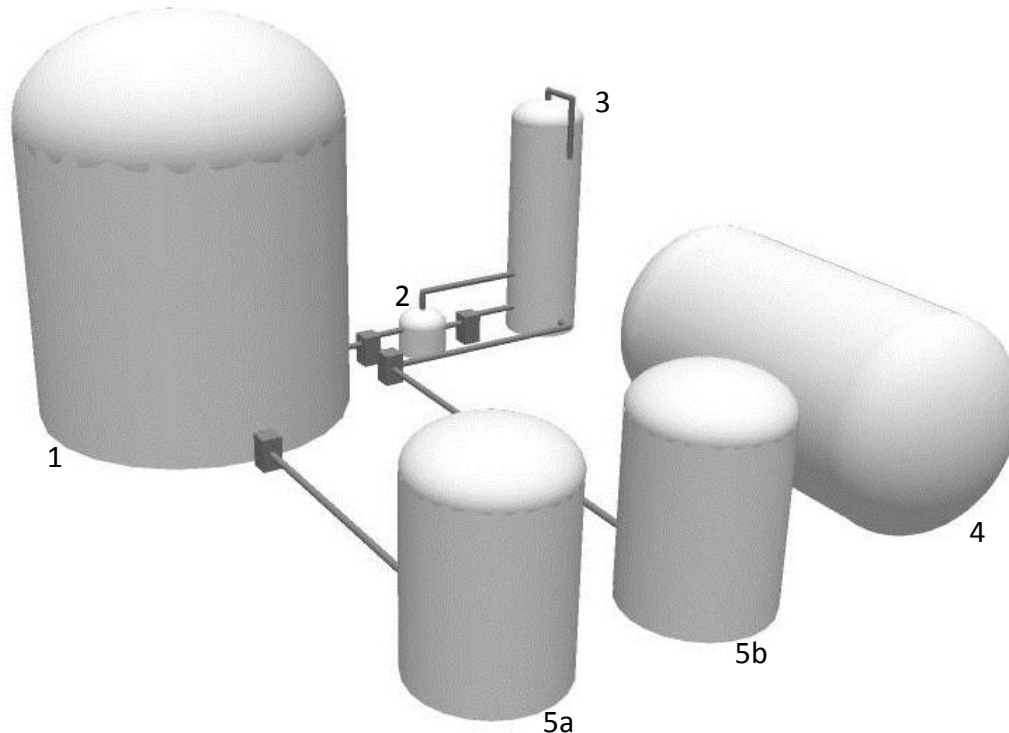
Por lo tanto, para definir una capacidad de producción de biogás se consideran diversas variables que van desde factores sociales a científicos:

_Periodos de recogida de algas, que ocurre entre los meses de septiembre a marzo

_Zonas de extracción y disponibilidad del recurso

_Numero de personas que se dediquen a la actividad recolectora

2.4 “SISTEMA DE BIODIGESTIÓN ANAEROBIA DE DOS ETAPAS”



1. Biodigestor Anaerobio ASBR

En él se produce la primera reacción química para producir el biogás. Corresponde a un reactor cilíndrico de plástico reforzado con fibra de vidrio de 5mm de espesor. Su relación de altura/diámetro es de 1 a 3.

2. Estanque Ecuilizador

Su función es neutralizar el pH ácido de la primera etapa (ASBR) para lograr las condiciones de pH neutro que requieren las bacterias metanogénicas en la segunda etapa.

3. Biofiltro Anaerobio UAF

Este sistema funciona mediante un crecimiento asistido de los microorganismos y corresponde a la segunda etapa de producción.

4. Estanque acumulación de Biogás 5a y 5b. Estanques de acumulación de lodos

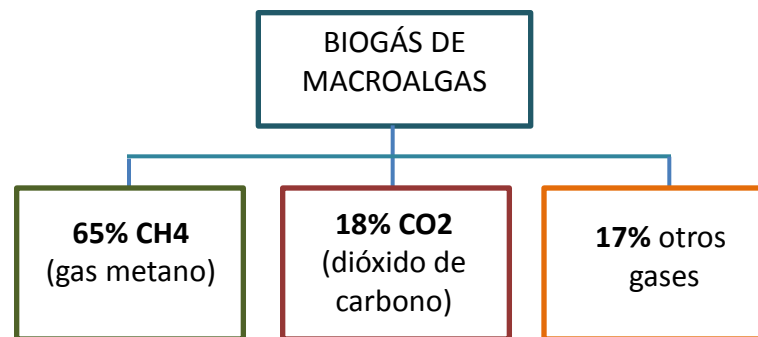
Los lodos resultantes de los procesos de fermentación se acumulan allí.

El “Sistema de Biodigestión Anaerobia de dos etapas”, implica que al contar con dos etapas de producción la bioconversión de la materia es más eficiente, obteniendo cantidades mayores de gas metano.

El tiempo de residencia del sistema es de veinte días de operación para obtener el producto, en el que la materia prima permanece en el reactor ASBR y el UAF

Observando la tabla inferior, vemos que la mayor producción de biogás se realiza en la segunda etapa, por lo que el sistema resulta ser más efectivo contando con dos etapas de reacción.

DATO	VALOR
Biogás proveniente desde el biodigestor ASBR	30%
Biogás proveniente desde el biofiltro UAF	70%
Producción específica del biogás	181 ml/g de alga seca por día



El resultado del proceso, es un alto contenido de CH₄, que es el utilizado para la generación de energía.

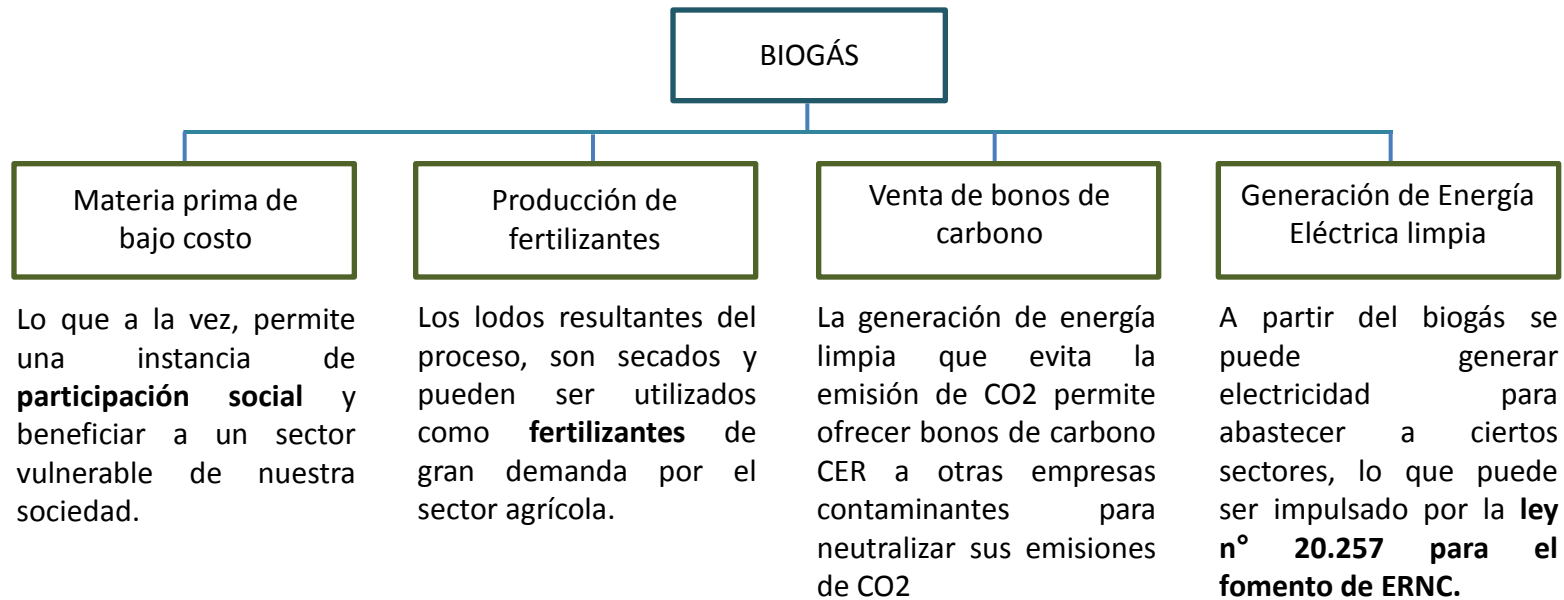
Si bien se observa que la producción de biogás también emite CO₂ al medioambiente, esta emisión se considera neutra para este tipo de proyectos en que se produce energía a partir de ERNC.

De hecho, La cantidad de CO₂ que se deja de emitir gracias a la producción del biogás se mide en toneladas de CO₂ con lo que se puede realizar un Certificado de Reducción de Emisión **CER**.

Tabla 4: Producción específica de biogás en Sistema de Biodigestión Anaerobia de dos Etapas

2.5 VENTAJAS DE LA PRODUCCIÓN DE BIÓGAS DE ALGAS

Este tipo de biogás presenta una serie de ventajas que se analizarán a continuación, lo que permite un mayor espectro de posibilidades de financiamiento para un proyecto de esta iniciativa.



2.6 CONCLUSIONES Y COMENTARIOS

Los estudios realizados por otras áreas de investigación, demuestran la viabilidad real de crear un sistema de producción de biogás a partir de algas marinas.

Las algas marinas abundan en todo lo largo de nuestro borde costero, y actualmente no son utilizadas mas que para su recolección artesanal y su venta como alimento, por lo que resulta eficiente realizar una propuesta utilizando estas sustancias actualmente en desuso.

La importancia de un proyecto de este tipo, trasciende a la importancia energética que significa crear fuentes de energías limpias, y llegando al plano social en que se logra integrar a sectores de gran inestabilidad económica, como son los pescadores artesanales y los recolectores.

En lo anterior, se enfoca el principal objetivo del proyecto; dar una solución a un problema en que los actores sean los mismos afectados.

Cabe recalcar que la tesis citada en este trabajo, corresponde al diseño de maquinarias necesarias para la producción de biogás, por lo que solo se muestran las características de estas maquinarias y sus dimensiones, teniendo un funcionamiento artesanal y manual. Por lo tanto, el proyecto tiene la misión de industrializar este proceso y dotar de arquitectura a recintos destinados para maquinarias.

3. EL LUGAR: CALETA QUEULE

3.1 PRESENTACIÓN DEL LUGAR

Queule es una caleta de pescadores artesanales ubicada en la IX Región de la Araucanía, provincia de Cautín. Se encuentra a 130 km de Temuco y a 30 km de Toltén. A esta última comuna corresponde su administración. Su ubicación geográfica se encuentra en el extremo sur-poniente de la región, por lo que esta prácticamente en el límite con la XIV Región de Los Ríos.

La geografía es montañosa, debido a la presencia de la Cordillera de La Costa, que entre el norte de la región y hasta el río Imperial se presenta como la Cordillera de Nahuelbuta con alturas promedio de 1000 msnm, mientras que al sur del río Toltén y con el nombre de Mahuidanchi reaparece la cordillera alcanzando alturas promedio de 500 msnm, geografía que caracteriza a la localidad de Queule además de encontrarse al borde del río con el mismo nombre.

Allí habitan **2500 personas** cuyas principales actividades económicas son la pesca artesanal y la recolección de algas y especies del mar. También se practica la agricultura en los sectores interiores.

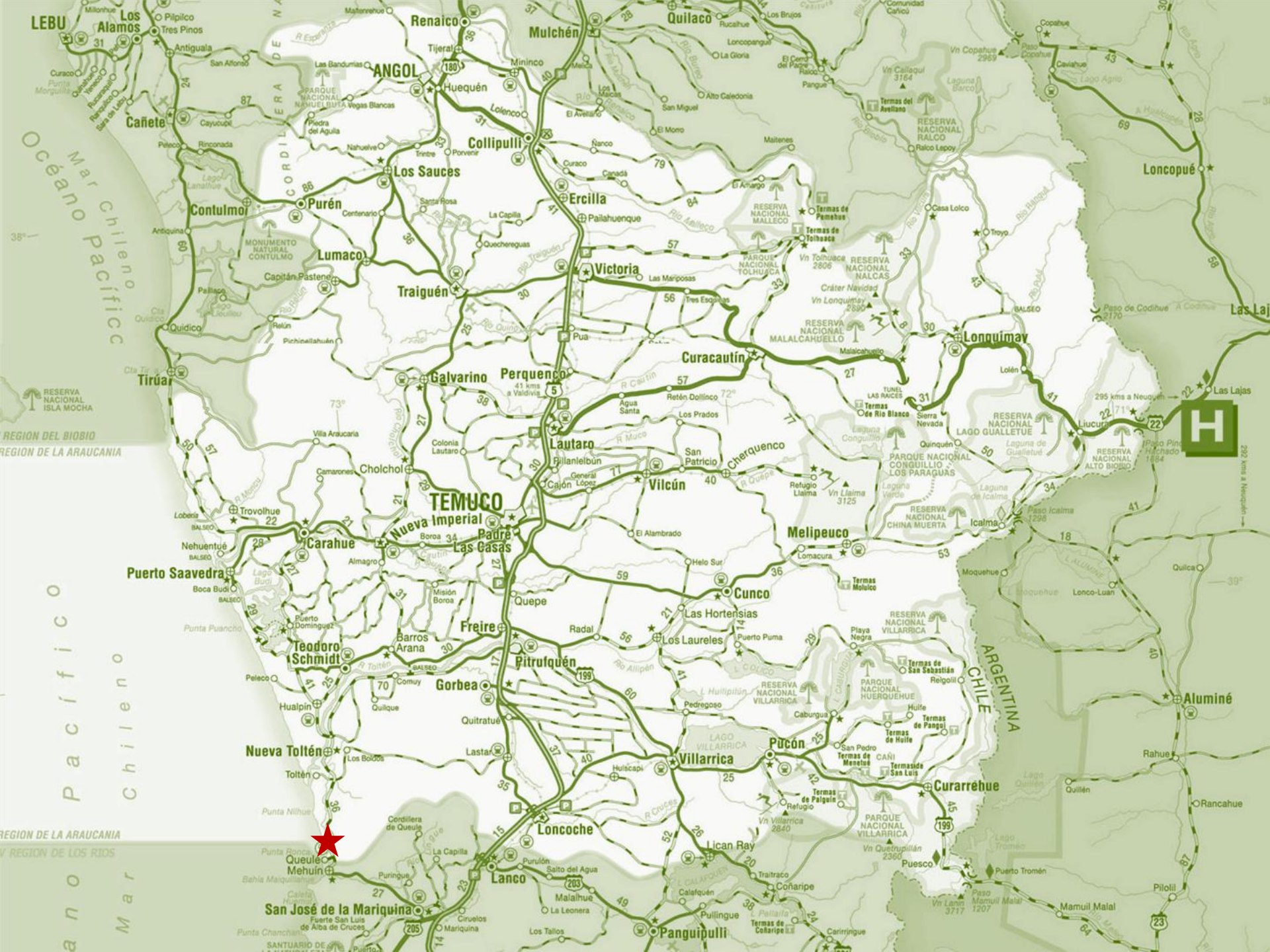
La mayoría de estas personas, pertenecen a la etnia **Mapuche Lafkenche** así como también los habitantes de los sectores rurales circundantes.



Imagen 8: Muelle artesanal de caleta Queule.

Imagen 9: Caleta Queule.

Fuente: Elaboración propia



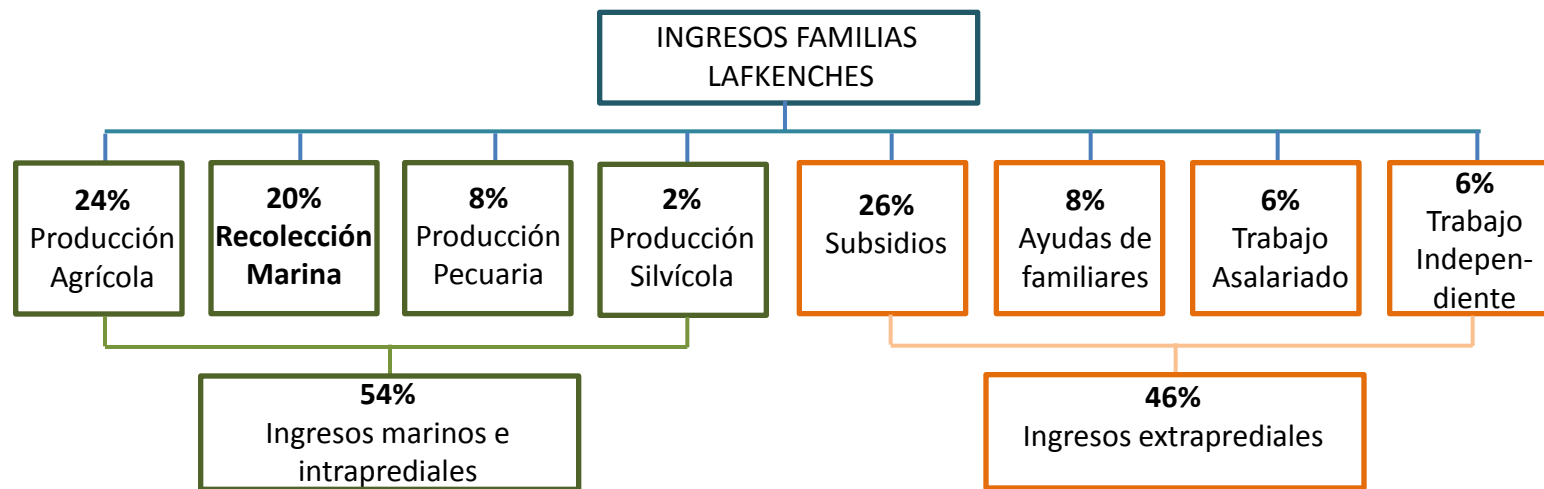


3.2 CARACTERÍSTICAS DE LA COMUNIDAD

a. Organización económica

La presencia de comunidades Mapuches Lafkenches (gente del mar) es de gran importancia en la comuna, ya que gran parte del territorio pertenece a ellos, por lo tanto tienen una gran poder en la toma de decisiones administrativas.

El sistema económico Lafkenche difiere de la economía mapuche y campesina en general por la presencia de ingresos a partir de la recolección marina.



La recolección de algas se destina principalmente a la venta, correspondiendo a un 67% del total recolectado, mientras que solo un 28% corresponde al autoconsumo.

En términos socioculturales e históricos, se puede hacer una comparación entre lo que significan las algas para el pueblo Lafkenche, como el pewen o piñón es para los pehuenches (pueblo mapuche cordillerano). Esto debido a que representa un producto de intercambio económico que es uno de sus principales sustentos.

De las algas recolectadas, el cochayuyo, principal materia prima para la producción del biogás, es la más comercializada por las comunidades indígenas. Su extracción se realiza tanto a través de la recolección en el borde costero, como también a través del buceo.



Imagen 10: Durvillaea Antártica o cochayuyo

Fuente: http://explorancudelmarm.blogspot.com/2008_04_01_archive.html

b. Organización territorial

La organización de las comunidades Lafkenches es reciente, ya que hasta 1997 se encontraban completamente desarticuladas sin mayores vínculos entre los lonkos (jefe mayor del grupo) de cada comunidad. Esto cambió radicalmente con la aprobación de la **Carretera de la Costa**, ya que las comunidades vieron amenazado el dominio de sus tierras y esto conllevó en una agrupación organizada del pueblo Lafkenche.

Desde el año 2004 la Asociación de Comunidades gestionó un convenio de inversión territorial con el Gobierno Regional. Alrededor de quince instituciones públicas se integraron a una mesa de conversaciones con la Asociación para establecer el aporte de cada una al territorio. A través de estos esfuerzos, es que se ha logrado recuperar territorios indígenas y consolidar el dominio del pueblo Lafkenche sobre estos.

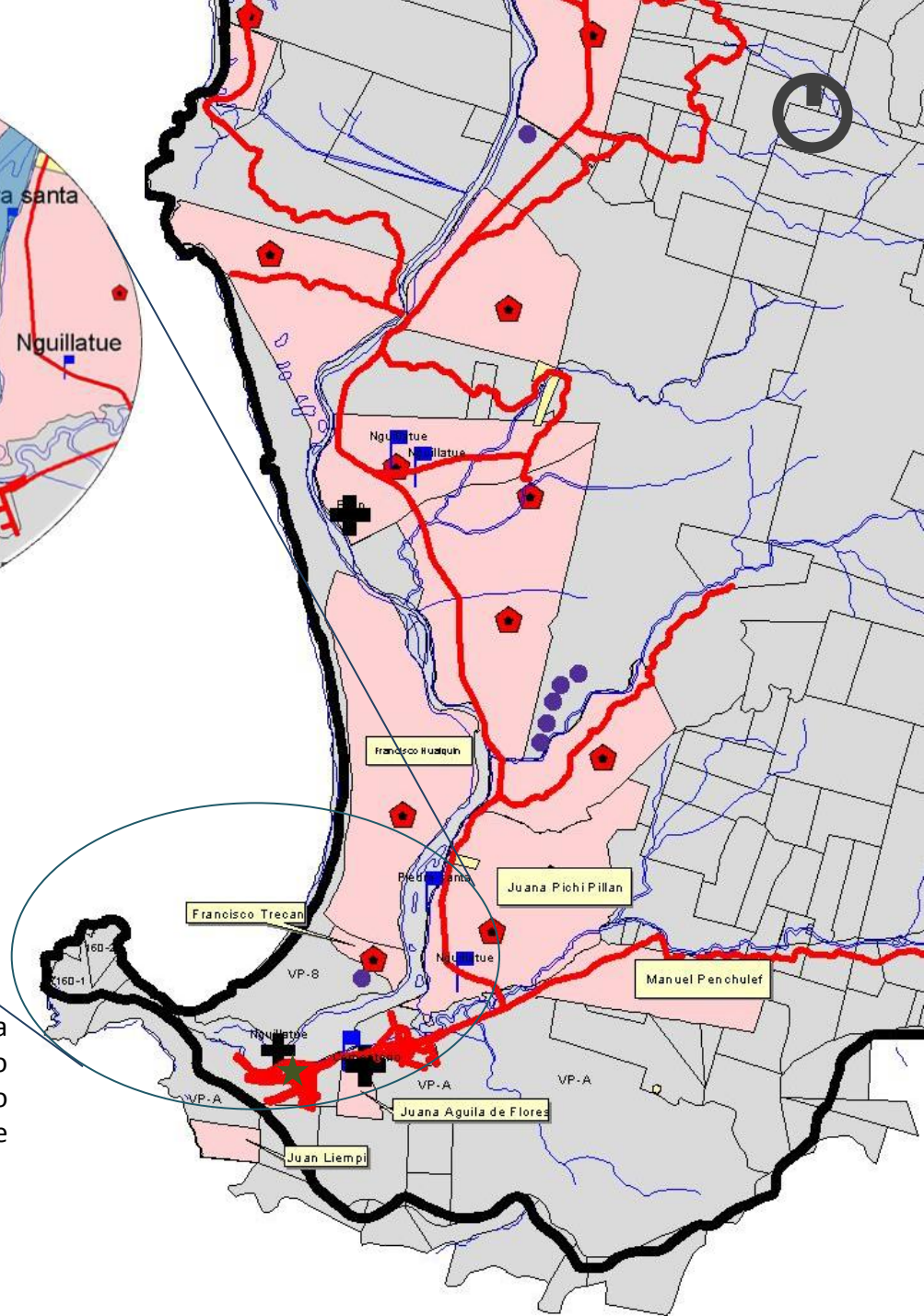
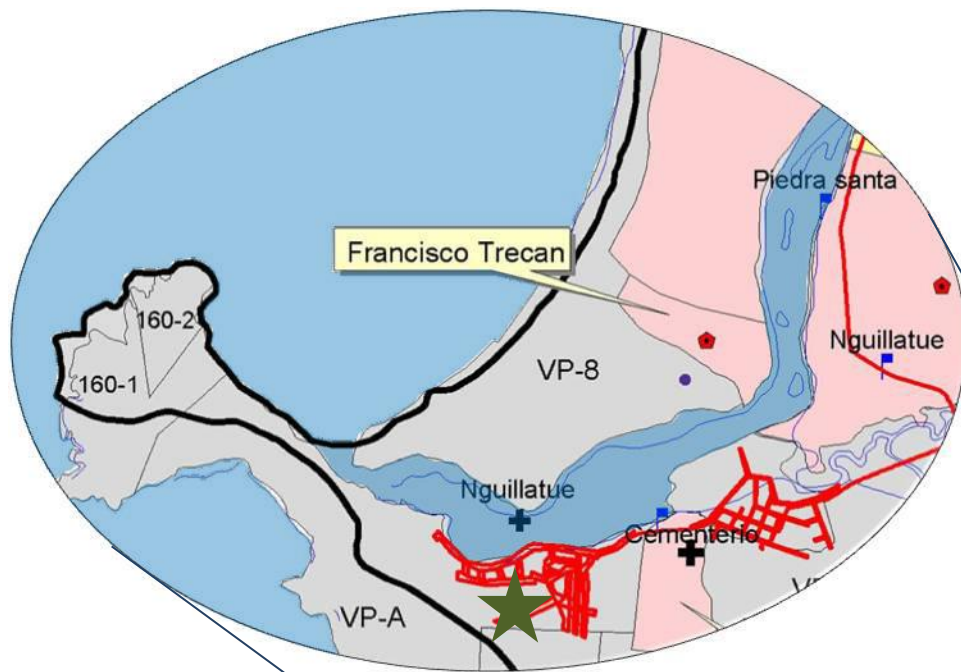
Cabe recalcar la importancia que ha tenido la **Corporación Nacional de Desarrollo Indígena CONADI** en





la gestión de proyectos de recuperación de tierras, otorgando una serie de beneficios a la etnia. Para esto se han destinado fondos especiales de Tierra y Agua, según lo dispuesto en el Artículo 20 de la Ley 19.253, la que indica:

“Otorgar subsidios para la adquisición de tierras(...) cuando la superficie de las tierras de la respectiva comunidad sea insuficiente”

“Financiar mecanismos que permitan solucionar los problemas de tierras(...) relativas a tierras indígenas en que existan soluciones sobre tierras indígenas o transferidas a los indígenas”

Respecto de la administración y uso del borde costero, se ha enfatizado la gestión para incidir en la ley de pesca y las herramientas de manejo del borde costero, dado a que la normativa vigente presenta una política productiva de las áreas costeras, lo que desde la cosmovisión Lafkenche es insostenible.



-  Terrenos no indígenas
-  Terrenos Comunidades indígenas Lafkenches
-  Queule
-  Límite regional

Como se puede observar en la cartografía, la mayoría de los terrenos que conforman el borde costero corresponden a terrenos de comunidades indígenas, lo que implica su participación en cada iniciativa de innovación que se decida realizar en la zona.

3.3 CONCLUSIONES Y COMENTARIOS

Según la encuesta Casen del año 2009, la Región de La Araucanía tiene un índice de pobreza no indigente de un 18,1% y una indigencia de un 9%, acreditándose como la región mas pobre del país y con una distribución de riquezas que se concentran en el centro urbano de Temuco.

Una de las razones principales, es la gran población rural que aún se encuentra marginada del progreso, subsistiendo con condiciones mínimas de servicios básicos. Esta población rural, corresponde en su gran mayoría a las comunidades mapuches que se encuentran organizados según su ubicación geográfica, y que se encuentran en proceso de lucha por la reivindicación de sus derechos como pueblos originarios.

Se puede decir que considerando las comunidades lafkenches y el gran potencial de trabajo que presentan en la recolección de algas, crear un sistema de producción de biogás sería beneficioso para ellos en el plano económico y de condiciones de vida.

Por lo tanto, la caleta pesquera de Queule presenta condiciones favorables para la instalación de un sistema de producción de biogás, ya que presenta condiciones favorables para la extracción de materias primas y una mano de obra calificada para su recolección.



542 Dona Victoria

queve

GB 8678

VALDIVIA

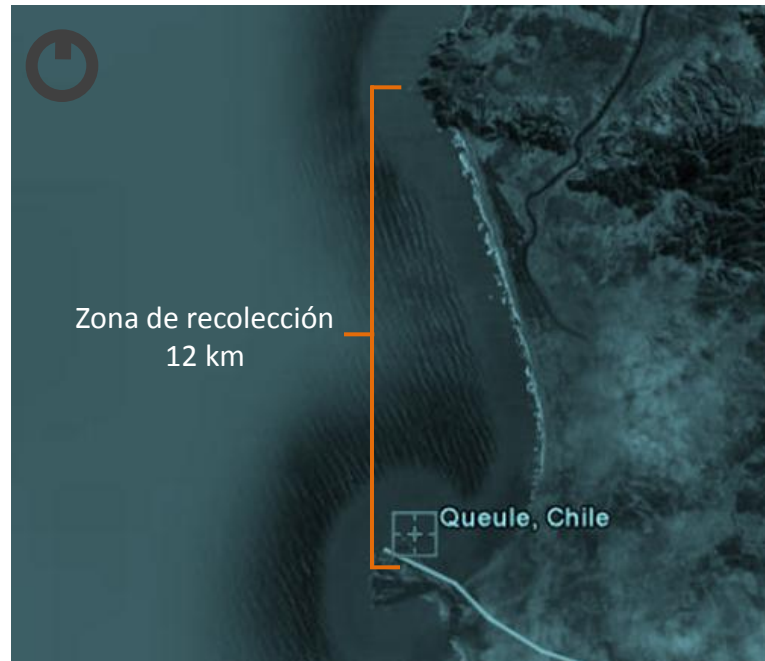




4. PROYECTO: PLANTA BioAlgás

4.1 PLANTEAMIENTO INICIAL

Según la investigación previa, se concluye la factibilidad de producir biogás a partir de un sistema artesanal del cual se pueda producir energía eléctrica para una localidad. Este, que fue creado por alumnos de Ingeniería Ambiental de la Universidad Católica de Temuco, contempla el **diseño de equipos según la materia prima disponible** en un sector acotado de la zona de estudio. Estos datos fueron obtenidos a través de entrevistas con los habitantes del lugar y el dirigente de los pescadores artesanales, Sr. Hernán Machuca.



ANTECEDENTE	CANTIDAD
Familias recolectoras	20
N° de temporadas de cosecha en el año	3
Kg extraídos por temporada por familia	2400
Kg total por temporada	48000
Precio de venta por kg de alga (\$)	150
Kg total extraídos en el año	144000

La zona de recolección estudiada, tiene una longitud de 12 km, de la que se obtiene un total de 144000 kg de algas en el año. Este último dato, es obtenido a través de la cantidad de familias recolectoras del sector y su capacidad de recolección por temporada.

La venta de alga permitiría tener una ganancia anual para las familias de \$1.080.000, que significaría un gran aporte para familias de escasos recursos.

Imagen 14: Vista aérea zona bahía Queule Fuente: Google earth

Para generar electricidad, se utiliza el gas metano CH₄ en los generadores eléctricos. Por esto, es necesario determinar **Volumen de metano** que se obtiene del biogás según la cantidad de algas disponibles se establecen los siguientes cálculos:

$$\text{a. } \frac{144 \text{ ton}}{365 \text{ días}} = 0,395 \text{ ton/día}$$

$$= \mathbf{395.000 \text{ gr/día}}$$

Luego, a partir de este dato se utiliza la siguiente ecuación:

$$\text{b. } V = \left[\frac{F_6 X_6}{\rho_{\text{CH}_4}} \right] Tr$$

En que F_6 corresponde al flujo de biogás total (gr alga/ día); X_6 a la fracción de carbono total; ρ_{CH_4} a la densidad del metano y Tr al tiempo de residencia

Por lo tanto, al reemplazar las cifras, se obtiene:

$$\text{c. } V = \left[\frac{99,702}{0,72} \right] \cdot 20 \text{ días}$$

$$V = \mathbf{2769,5 \text{ m}^3 \text{ de gas metano}}$$

Luego, se determinan cuantos periodos productivos hay en el año:

$$\text{d. } \begin{aligned} \text{Periodos} \\ \text{productivos} \\ \text{en el año} &= \frac{365 \text{ días}}{20 \text{ días}} \\ &= 18,25 \text{ periodos} \end{aligned}$$

Finalmente, se establece la producción total de gas metano en el año:

$$\text{e. } \begin{aligned} V &= 2769,5 \text{ m}^3 \cdot 18,25 \\ V &= \mathbf{50543,4 \text{ m}^3 \text{ de metano al año}} \end{aligned}$$

A partir de la cantidad de gas metano producido en el año, se puede establecer la **capacidad de generación** estimada para un sistema, considerando que que 1 m³ de CH₄ genera 10 KWh de electricidad, por lo tanto:

$$\begin{aligned}
 \text{f.} \quad E &= V_{\text{CH}_4} (10 \text{ KWh}/ 1 \text{ m}^3 \text{ CH}_4) \\
 &= 50543, 4 \text{ m}^3 (10 \text{ KWh}/ 1 \text{ m}^3 \text{ CH}_4) \\
 &= \mathbf{505434 \text{ KWh en un año}}
 \end{aligned}$$

Considerando la capacidad de generación del sistema, y que cada vivienda tiene un gasto promedio de 4,5 KWh al día, se puede establecer la **demanda energética** . También se considera el gasto interno de energía del sistema de producción:

$$\begin{aligned}
 \text{g.} \quad \text{N}^\circ \text{ de casas} &= \frac{E \text{ (KWh/año)} - \text{Consumo del Sist. (KWh/año)}}{E \text{ promedio gasto casa (KWh/año)}} \\
 &= \frac{505434 \text{ KWh/año} - 170500 \text{ KWh/año}}{1642,5 \text{ KWh/año}} \\
 &= \mathbf{204 \text{ casas abastecidas continuamente}}
 \end{aligned}$$

_En resumen:

Se establece que con una zona de recolección de 12 km de longitud se obtiene una producción de 144 toneladas anuales de algas. A partir de esta cantidad de materia prima, se obtienen 50543, 4 m³ de gas metano en el año, el que sirve para la generación de electricidad. Por lo tanto, considerando el gasto promedio de una vivienda rural y el gasto energético interno del sistema, se define que se pueden abastecer 204 casas continuamente.

Considerando que en promedio habitan 4,5 personas por vivienda, este sistema puede abastecer a un total de 918 personas, que corresponden a un **36,7%** de la caleta Queule.

4.2 EL PROBLEMA: DEFINICIÓN DE UNA PROPUESTA

Actualmente el suministro eléctrico que recibe la zona de Queule es proporcionado por la empresa Frontel del grupo Saesa. Este último es el segundo mayor distribuidor de electricidad en Chile, abasteciendo a un 26% de la población del país.

Frontel suministra energía eléctrica a la zona sur del país, en un área comprendida entre las provincias de Concepción (Región del Bío Bío), y Cautín (Región de la Araucanía), operando principalmente en los sectores rurales de estas regiones.

Sin embargo, el suministro es bastante deficiente, presentando **constantes cortes** que afectan a la localidad y generan grandes pérdidas considerando que su principal rubro es extracción de productos marinos que necesitan refrigeración.

Por otra parte, el valor de la energía supera con creces al que cualquier otro sistema ofrece a sus consumidores:

EMPRESA DE SUMINISTRO ELECTRICO	\$ Kwh con IVA
Frontel	142,6
Chilectra	104,422
Sistema de producción de biogás	113*

Como se observa en la tabla anterior, los habitantes del sector de Queule deben pagar \$142,6 KWh pesos por un servicio deficiente. Comparativamente, se puede decir que un habitante de Santiago con ingresos mayores a los habitantes de esta pequeña localidad pagan apenas \$104,4 pesos KWh por un servicio satisfactorio.

Por lo tanto la propuesta se enfatiza en **dotar de energía a la localidad de queule a través de la producción de energía limpia y renovable**, que implique un beneficio social para la comunidad tanto en su participación como en la disminución de sus gastos eléctricos. La arquitectura intervendrá industrializando el proceso y ampliando su producción, dando soluciones efectivas en su planeamiento para crear la PLANTA DE BIOGÁS.

Tabla 6: Valores de KWh según empresa suministradora. Fuente:

http://www.chilectra.cl/wps/wcm/connect/0a30ad0044100acc96999e65fe3686ef/Tarifas_Suministro_ClientesRegulados_2011_05_01.pdf?MOD=AJPERES&Tipo=DOCz
Boletas de facturación empresa Frontel.

*Valor obtenido según cálculo de Estudio financiero (capítulo 4.10)

Al establecer el objetivo de dotar de electricidad a partir del biogás a 2500 personas, es necesario definir una nueva área de explotación de algas. En esto incide la geografía del lugar en que priman las bahías y la posibilidades de aproximación de en la extracción del recurso. Por lo tanto, la **superficie explotada se triplicaría**, aumentando las cifras para dotar de energía a la localidad:

h. 3 (144 ton/año)= **432 ton/año de algas**

Lo que significa:

I. 3 (50543,4 m³/año)= **151630,2 m³/año de CH4**

J. 3 (505434 KWh/año) = **1516302 KWh/año**

K. 3 (204 casas/año)= **612 casas abastecidas al año**

L. 4,5 (612 casas)= **2754 personas**

Del calculo anterior se desprende que al crear **tres sistemas de producción de biogás**, se puede suministrar el **100% de la población de Queule** y tener un excedente con expectativas de crecimiento demográfico.

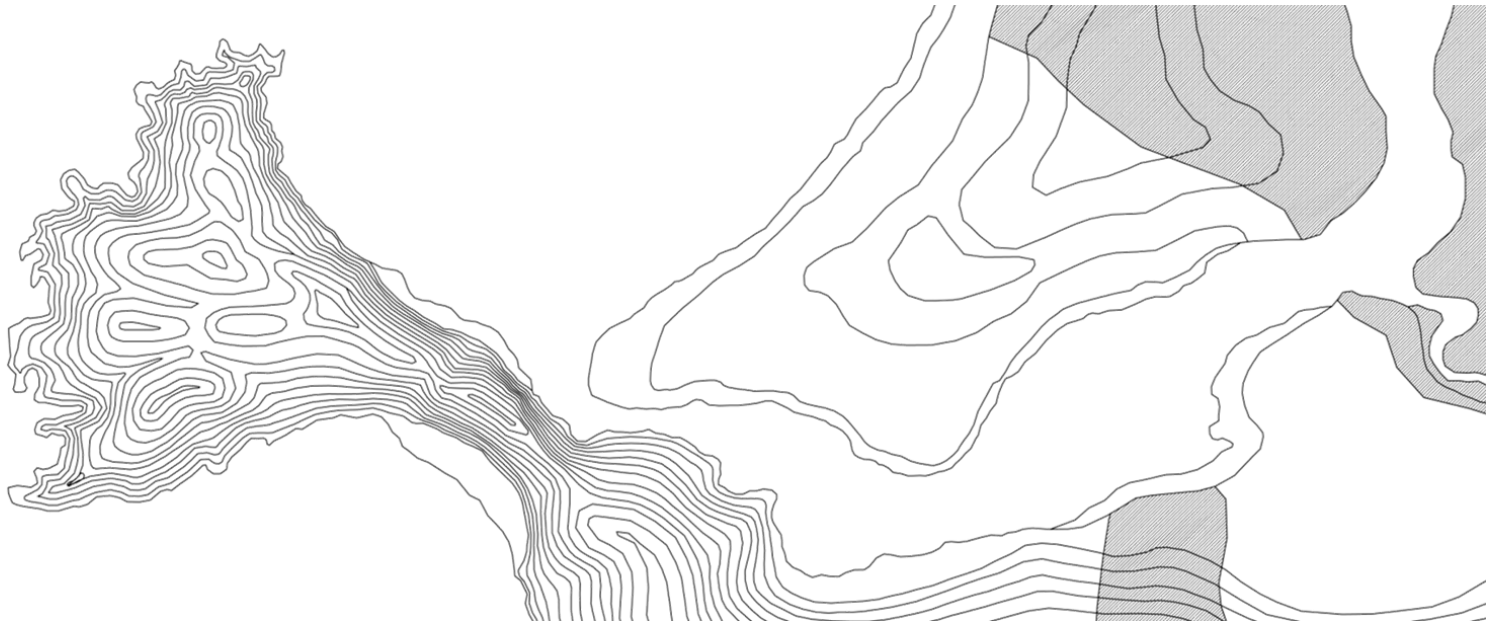


Imagen 15: Vista aérea zona bahía Queule Fuente: Google earth

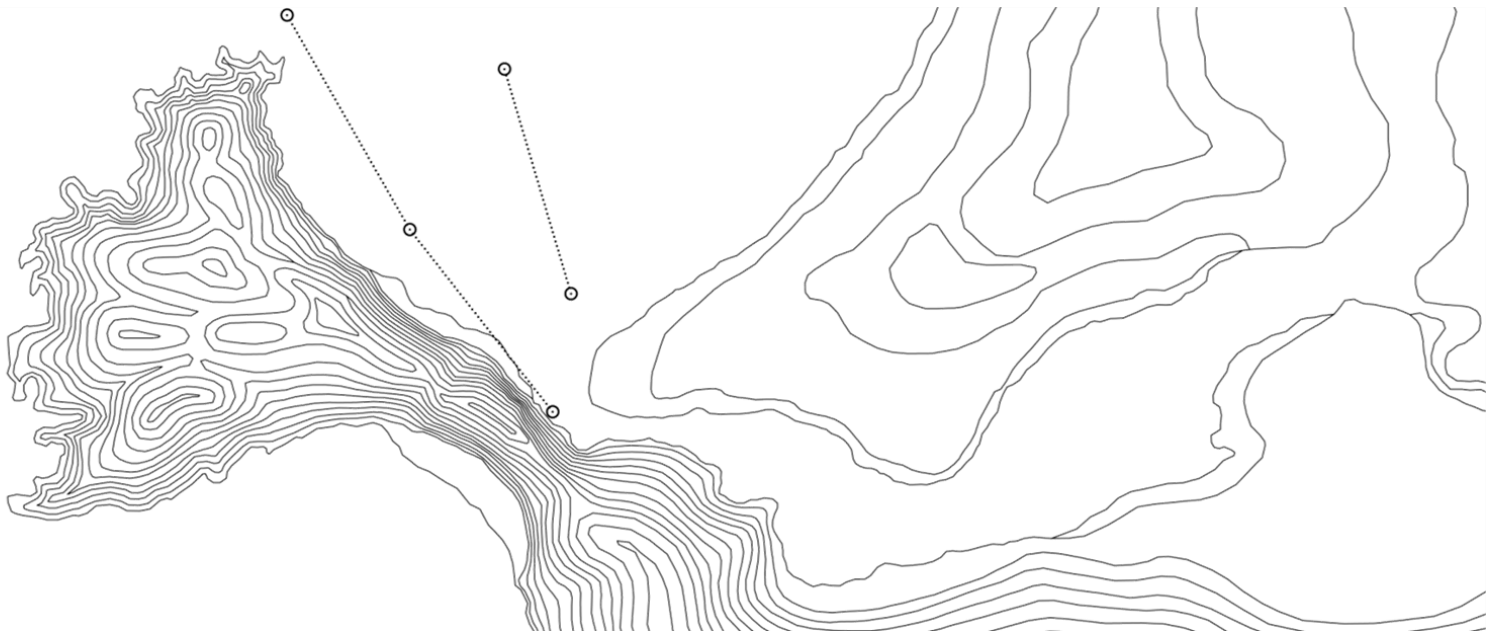
4.3 ELECCIÓN DEL TERRENO

Para la elección del terreno se consideran las siguientes variables:

- a. Analizar la presencia de **terrenos de comunidades indígenas** para respetar su condición.
- b. Ubicación geográfica de **20 msnm** respecto a la marea más alta ya que la zona ha sido afectada por los últimos dos maremotos mas grandes de Chile (1960 y 2010). Además utilizar la geografía para favorecer el **funcionamiento dinámico** del sistema de producción.
- c. **Accesibilidad**
 - _ Relación del lugar con las **rutas de navegación**, que corresponden a las zonas más profundas del mar, de modo que las embarcaciones puedan aproximarse a la Planta de Biogás para vender las algas extraídas.
 - _ **Accesibilidad terrestre**, contemplando la utilización de vías preexistentes para la llegada de camiones y de personas que deseen realizar negociaciones en la Planta de Biogás, de modo que se permita una instancia participativa de la comunidad en la producción.



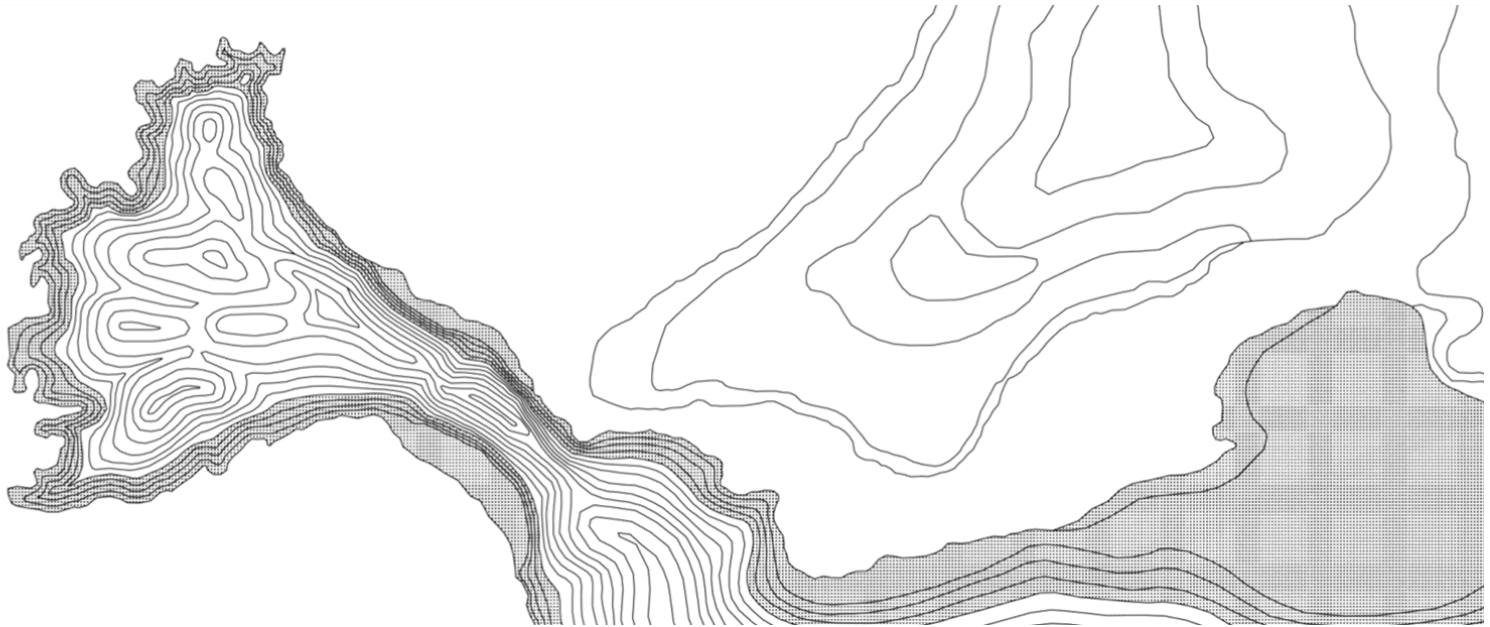
terrenos indígenas



rutas de navegación



accesibilidad terrestre



20 msnm



Imagen 16: Planimetrías terreno 1:10000.
Fuente: Elaboración propia.









Imagen 17 y 18: Queule y su relación con la geografía.
Fuente: Elaboración propia.

4.4 NORMATIVA APLICABLE AL PROYECTO

En nuestro país **no existe una normativa aplicable** a este tipo de proyectos, ya que no existen antecedentes sobre éstos en nuestro país. Por lo tanto, la única legislación que se puede adaptar en cierta medida es la que rige para plantas de Gas Natural Licuado GNL ya que son las que tienen más presencia en Chile.

El 3 de septiembre del año 2007, el Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción aprueba el “Reglamento de Seguridad para Plantas de Gas Natural Licuado”, con el objetivo de facilitar la fiscalización de la **Superintendencia de Electricidad y Combustibles** en la ejecución y funcionamiento de este tipo de proyectos.

En el título V, relativo al “Diseño y Construcción”, no se establecen parámetros para diseñar un proyecto, sino que se cita normativa extranjera para indicar especificaciones de seguridad que los proyectistas deben cumplir en la realización de estos proyectos.

A continuación se muestra un extracto de estas normativas:

a. NFPA 59A- 2006 “Standard for the production, storage, and handling of liquefied natural gas”. (National Fire Protection Association)

_Centro de Control

“Cada planta de GNL debe tener un centro de control desde donde las operaciones y aparatos de advertencias sean monitoreados (...). Este debe tener las siguientes características.

*(1) Se debe ubicar **apartado o protegido** de las instalaciones de GNL, de modo que continúe operable en caso de una emergencia controlada. (...)”¹*

_Estipulaciones para el control de fugas y derrames

“(1) Considerar un área libre alrededor de los estanques formada por barreras naturales, muros, o una combinación de estas cumpliendo (...).”²

1, 2, 3, 4 y 5: NFPA 59A- 2006 “Standard for the production, storage, and handling of liquefied natural gas”. (National Fire Protection Association)

“Los muros deben ser diseñados siguiendo los siguientes requisitos:

(1) Los diques y muros deben ser contruidos de tierra compacta, concreto, metal u otros materiales. (...)” ³

_Instalación de equipos de procesamiento

“Los sistemas de procesamiento que contengan GNL, refrigerantes inflamables, o gases inflamables, deben ser instalados de acuerdo a uno de los siguientes puntos:

(1) Abiertos o al aire libre, para facilitar la operabilidad, el combate contra el fuego en caso de incendio y el esparcimiento de liquido o gas en caos de fuga.

(2)Cerrados o dentro de recintos, en estructuras cerradas según lo indicado en la sección 5.3 (...)” ⁴

_Edificios y Estructuras

“(1)Los edificios y estructuras que contengan GNL, (...) deberán ser de construcción liviana e incombustible (...).

(2) si la sala que contiene GNL está ubicada dentro o unida a un edificio en que estos fluidos no son manipulados, los muros comunes no deben ser mas de dos(...).”

(3) Los edificios o estructuras que contienen GNL (...) deben ser ventiladas para minimizar las posibilidades de acumulaciones peligrosas de gases o vapores.” ⁵

b. EN 14620-3; 2006 “Design and manufacture of site built, vertical, cylindrical, flatbottomed steel tanks for the storage of refrigerated, liquefied gases with operating temperatures between 0°-65°”

Esta normativa europea se utiliza para aquellos aspectos que no quedan contemplados en la NFPA 59A-2006, para el diseño de estanques de hormigón exteriores o a los estanques metálicos.

Cabe indicar, que a pesar de ser indicado en el Reglamento de Seguridad para Plantas de Gas Natural Licuado que se debe contar con una copia a disposición del publico de las normativas anteriores en las oficinas de la SEC, esto no es efectivo.

4.5 PROGRAMA

Según lo indicado en la normativa para instalaciones de GNL, resulta importante definir una zona para instalar edificios de administración y control, y por otro lado el de producción.

Cabe señalar que para controlar la zona de producción se necesitan cuatro trabajadores para desarrollar esta labor, pues el proceso es automático y no requiere mayor supervisión humana.

En la zona administrativa se estima la presencia de seis personas, de las que se pueden enumerar: administrador, secretaria, dos encargados de atención al público, dos guardias de seguridad.

Por lo tanto, el total de personas que participan tanto el en proceso productivo y administrativo suman un total de diez trabajadores en la planta.

a. Administración y control

_ Áreas verdes cubierta.....	415,2 m2
_ Circulaciones.....	165,2 m2
_ Camarines.....	38,7 m2
_ Estar seguridad.....	38,4 m2
_ Centros de Control.....	36,6 m2
_ Recepción y atención al público.....	30 m2
_ Sala de conferencias.....	30 m2
_ Casino.....	20,4 m2
_ Oficina administración.....	17,55 m2
_ Sala de reuniones.....	17,55 m2
_ Sala de archivos y documentación.....	17,55 m2
_ Baño administración.....	2 m2

TOTAL SUPERFICIE CONSTRUIDA (a) 829,45 m2

b. Producción de un módulo

_ Espacios mecánicos.....	556,8 m2
_ Salas piscinas de algas.....	278,4 m2
_ Salas producción biogás.....	278,4 m2
_ Salas piscinas de bioabono.....	278,4 m2
_ Salas generación de electricidad.....	185,1 m2
_ Salas de acumulación de agua.....	110 m2

TOTAL SUPERFICIE CONSTRUIDA (b) 1687,1 m2

Para dar un abastecimiento satisfactorio, se deben construir tres módulos de producción, por lo que la superficie obtenida se debe multiplicar por tres de modo que se cumple el objetivo de dotar de electricidad a la caleta Queule:

$$3 \cdot (1687,1) = 5061,3 \text{ m}^2$$

A lo anterior también se debe sumar la superficie de las circulaciones de los módulos de producción, las losas de carga y descarga y el muelle.

c. Otras superficies

_ Circulaciones zonas de producción.....	1288,5 m2
_ Muelle.....	895 m2
_ Losa descarga materias primas.....	774 m2
_ Losa carga bioabono.....	535,8 m2

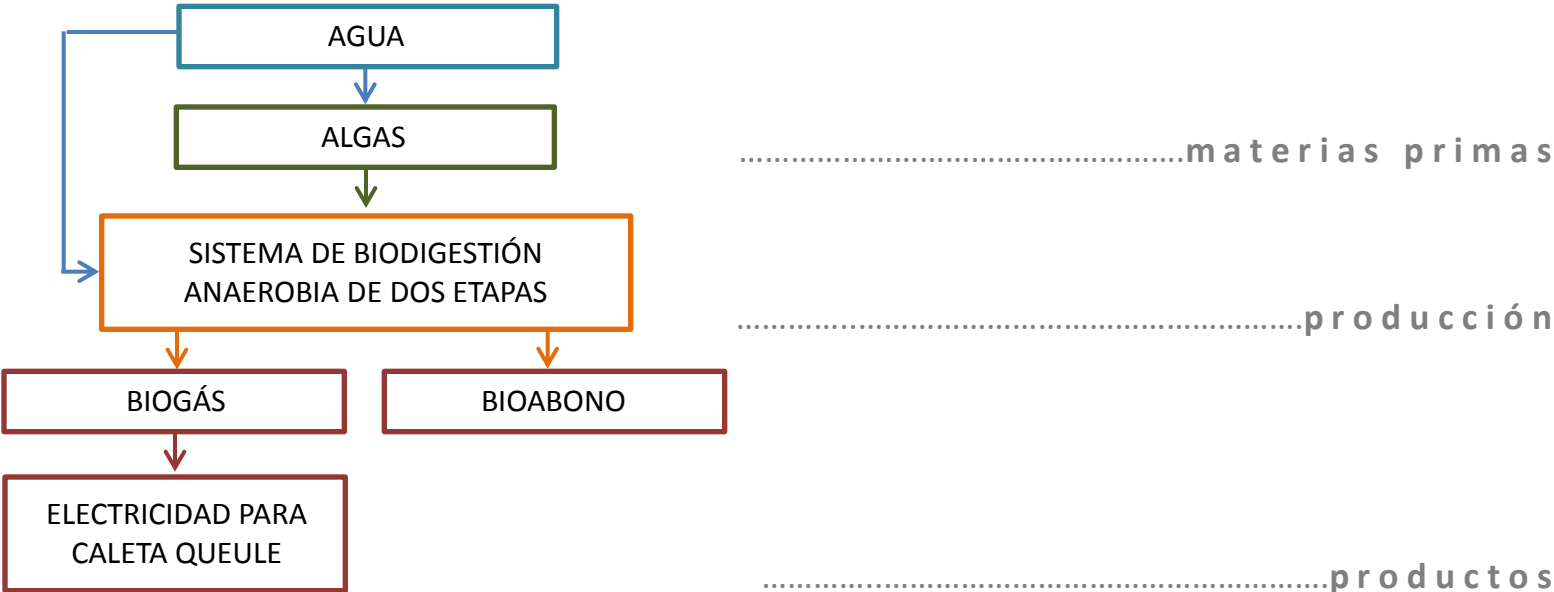
TOTAL SUPERFICIE CONSTRUIDA (c) 3493,3 m2

TOTAL SUPERFICIE CONSTRUIDA (a)+(b)+(c) =9384,05 m2

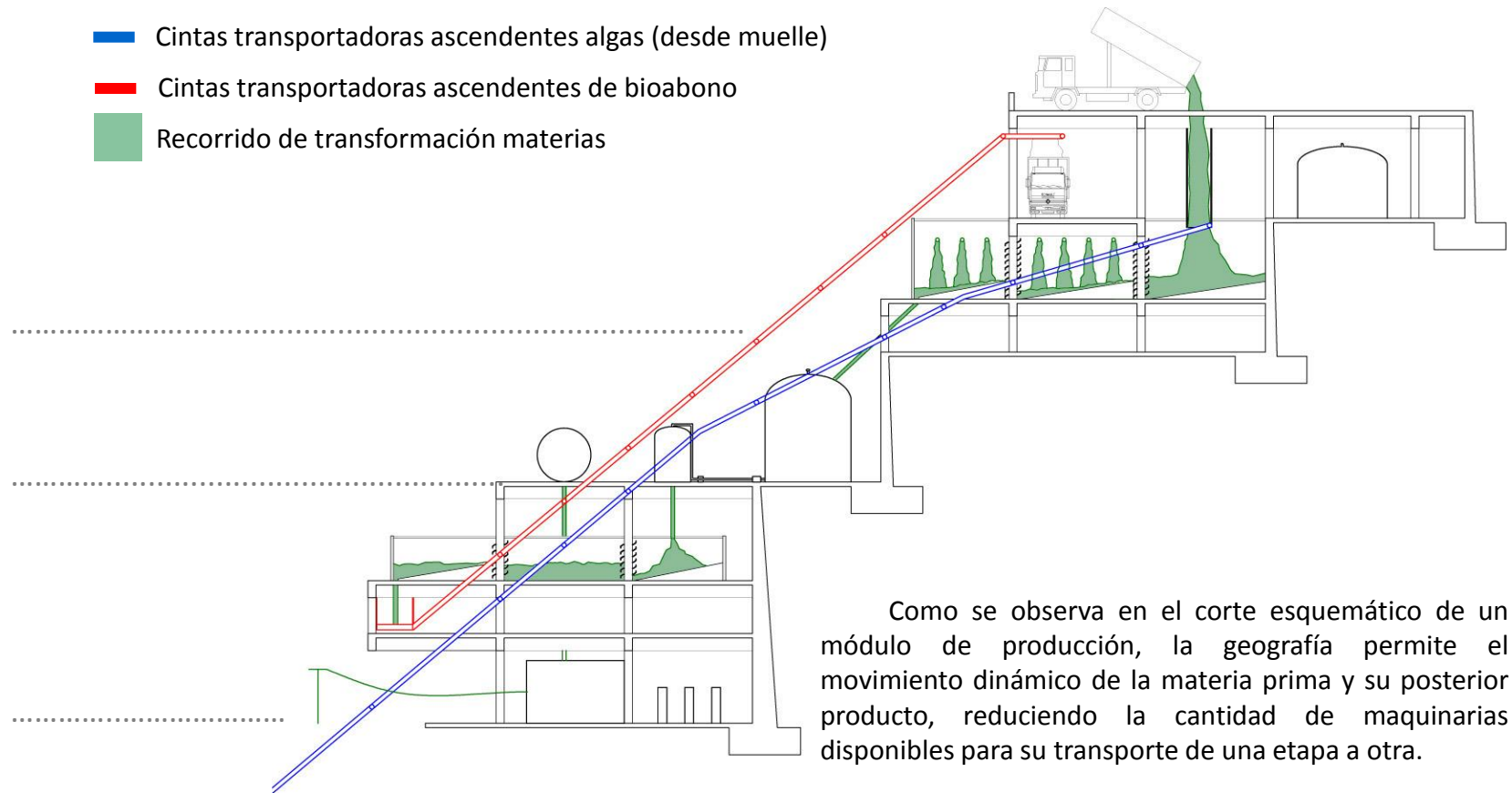
Es importante señalar que esta superficie total contempla la repetición de un modulo de producción y la inclusión de superficies diseñadas para la carga y descarga tanto de camiones como de embarcaciones artesanales.

4.6 PRODUCCIÓN DINÁMICA

El terreno seleccionado para la instalación de la Planta de Biogás, tiene como característica principal una pendiente de prácticamente un 75%. Esto se transforma en uno de los principales desafíos estructurales del proyecto, ya que se deben sistematizar el funcionamiento dinámico del sistema productivo con el asentamiento en el cerro.



- Cintas transportadoras ascendentes algas (desde muelle)
- Cintas transportadoras ascendentes de bioabono
- Recorrido de transformación materias



Como se observa en el corte esquemático de un módulo de producción, la geografía permite el movimiento dinámico de la materia prima y su posterior producto, reduciendo la cantidad de maquinarias disponibles para su transporte de una etapa a otra.

Imagen 19: Corte esquemático de un módulo de producción biogás a partir de un sistema dinámico.

Fuente: Elaboración propia.

4.7 REFERENTES

“Las dimensiones agigantadas de estos lugares escapan ante todo a la posibilidad de control visual de la totalidad, con lo que la regla de la sinécdoque –relación entre las partes y el todo- entra en crisis, (...) y a esto debe sumarse la ya señalada pérdida de carácter. De manera que (...) la operación arquitectónica se reduce a casi nada, o si es posible, se concentra en las áreas de servicio, insignificantes en relación con la superficie total, pero decisivas como interfase entre los usos del edificio y el exterior.”⁶

Al investigar sobre referentes de “arquitectura industrial”, se observa una constante de rescatar algún parámetro geográfico o lenguaje que caracterice una zona o el proceso productivo.

Por esto, es inevitable revisar ejemplos del destacado arquitecto nacional Guillermo Hevia y otros a nivel internacional, que dan soluciones arquitectónicas a proyectos industriales cumpliendo con la relación entre las partes y el todo.

a. Almazara Olisur_ Guillermo Hevia.



Este ejemplo resulta importante pues se muestra el rescate una arquitectura simple que predomina en el sector del valle central de la VI región.

El edificio se relaciona con las líneas de plantación de olivos a través de la proyección de estas en las fachadas.

Además, incorpora el uso de tecnologías bioclimáticas, tanto en el edificio como en los procesos productivos. Todas estas características hacen de esta obra un gran ejemplo de esta tipología arquitectónica.

6: Liernur, Francisco. Introducción “Industrias; obras de arquitectos chilenos contemporáneos”. Santiago, Ediciones Arquitectura, octubre de 1988. 143 págs.. (difusión arquitectura; 2)

Imagen 20: Almazara Olisur. Imagen 21: Referente de diseño de Almazara Olisur
Fuente: <http://www.plataformaarquitectura.cl/2009/04/10/almazara-olisur-gha-arquitectos/>

b. Planta de autogeneración eléctrica Argos_ Felipe Gonzales Pacheco



Este edificio se encuentra en la localidad de Yumbo, Colombia. Aquí, existe un alto valor del trabajo manual desarrollado por sus habitantes, que crean artesanías a partir de las texturas y tejidos específicos.

Por esto, se utiliza esta técnica para desarrollar un lenguaje arquitectónico que tuviera relación con el entorno cultural del recinto y de esta forma, lograr una imagen corporativa que rescatara las tradiciones locales.

c. CristalChile_ Guillermo Hevia.



El conjunto industrial esta ubicado en la V región. De esta destaca el edificio principal que se muestra como un cielo ondulante que respeta la geografía del lugar en que predomina la presencia de montañas y que a la vez se relacione con la espacialidad interior del edificio productivo.

Según el autor, la solución arquitectónica responde en primera instancia a la funcionalidad del edificio.

4.8 PARTIDO GENERAL

La intervención significa un impacto de gran importancia en la zona. Por esto, la arquitectura debe ser una respuesta que logre capturar esencia del lugar para integrarlo en la envolvente del proyecto.

Se establecen tres etapas fundamentales en el desarrollo del proyecto:

a. Solucionar el proceso de producción.

Como se indico anteriormente, el proceso de diseño se inicia con la creación industrializada y mecanizada de un modulo de producción. Solucionando esta unidad en detalle, se opta por utiliza la misma solución para los otros dos módulos que se necesitan para dar el suministro necesario de energía para la localidad.

Al ubicar consecutivamente los tres módulos de producción, se considera un espacio intersticial entre estos para ubicar las circulaciones y el movimiento de materias primas y productos, de modo que no se interfiera en el proceso de producción.

Con este resultado se establecen las zonas de carga de bioabono y descarga de materias primas, que si bien la primera es realizada con un proceso mecanizado de cintas transportadoras, la segunda es realizada a través de una descarga directa en las piscinas de algas.

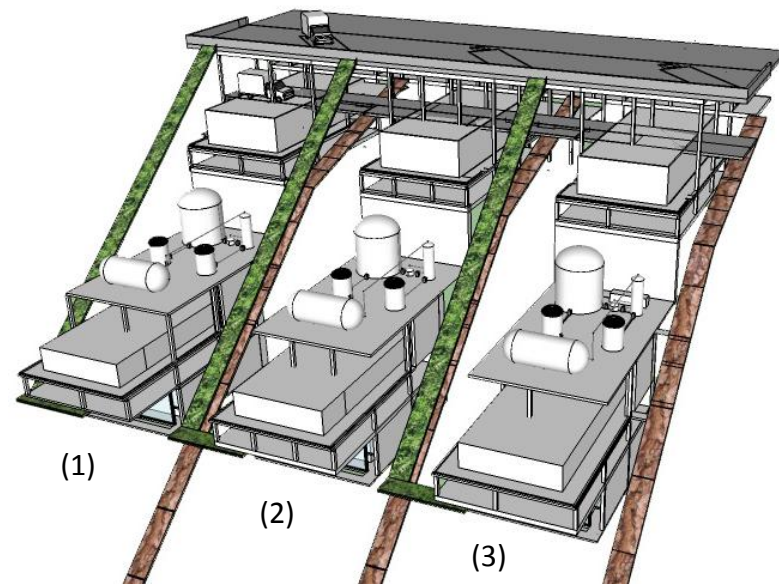


Imagen 21: Módulos de producción Planta de biogás.
Fuente: Elaboración propia.

b. Establecer relación con el contexto.

Al referirnos a un contexto, el enfoque principal es la relación del edificio con un contexto social, ya que al imaginar una industria existe una inmediata relación con un edificio abstraído de su entorno. Por esto se plantea la importancia de la accesibilidad a la zona de administración, en la que se da una instancia participativa con la comunidad.

c. Considerar las características del lugar para la premisa de diseño

Cuando pensamos en una caleta de pescadores, la imagen mas recurrente es la de la participación de la familia en la labor de pesca, por lo tanto en la preparación de sus materiales de trabajo. Dentro de estos, es el tejido de sus redes, que es una técnica dominada por ellos y que traspasan de generación en generación.



Imagen 22: Pescador tejiendo red.

Fuente: http://infocatolica.com/blog/sarmientos.php/1004211157-ipor-que-no-se-rompieron-las&usg=AFQjCNEkH-hYhbEirll4ymNk_SnWc5qnvQ

Imagen 23: Fuente: Elaboración propia: http://es.123rf.com/photo_7404480_close-up-de-pl-stico-red-de-pesca.html

4.9 ANTEPROYECTO

Las zonas productivas son cubiertas a través de un manto, proveniente del concepto de **red** previamente explicado, de modo que se dan condiciones favorables de ventilación del espacio y para que los trabajadores cuenten con condiciones óptimas para intervenir en las salas de producción. La estructura de la cubierta tiene directa relación con lo que ocurre en cada espacio, por lo que su forma es el resultado de las alturas interiores de las maquinarias.

El edificio administrativo por su parte, cumple la función de ser un punto de encuentro con la comunidad, por lo que su fachada principal se encuentra en contacto directo con la acera.

La relación entre ambos edificios es a través de las líneas principales de los módulos productivos, que dan como resultado un orden relativo a los llenos y vacíos.



Imagen 21: Módulos de producción Planta de biogás.
Fuente: Elaboración propia.

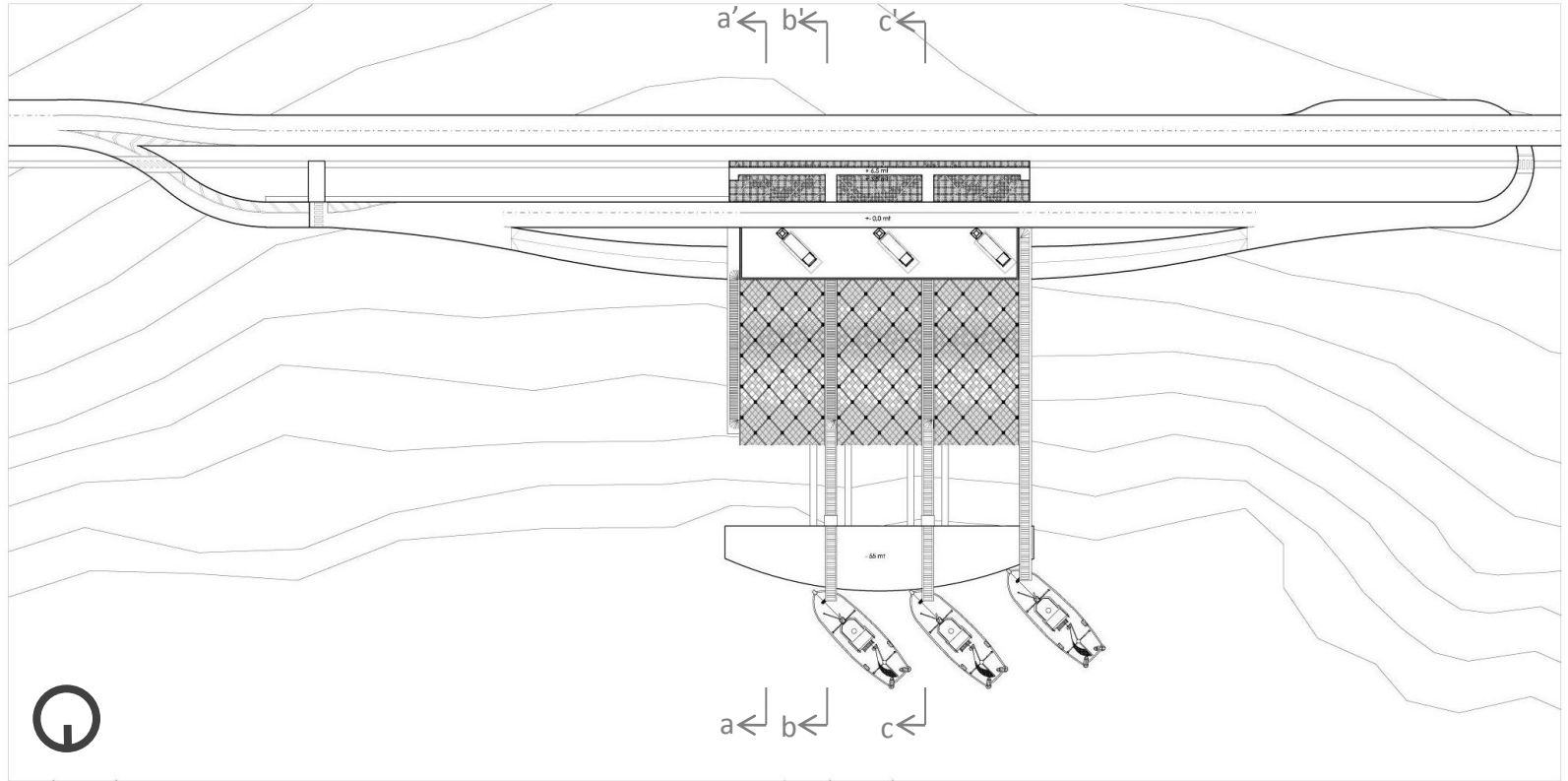


Imagen 25: Planta general de conjunto esc 1:1700
Fuente: Elaboración propia.

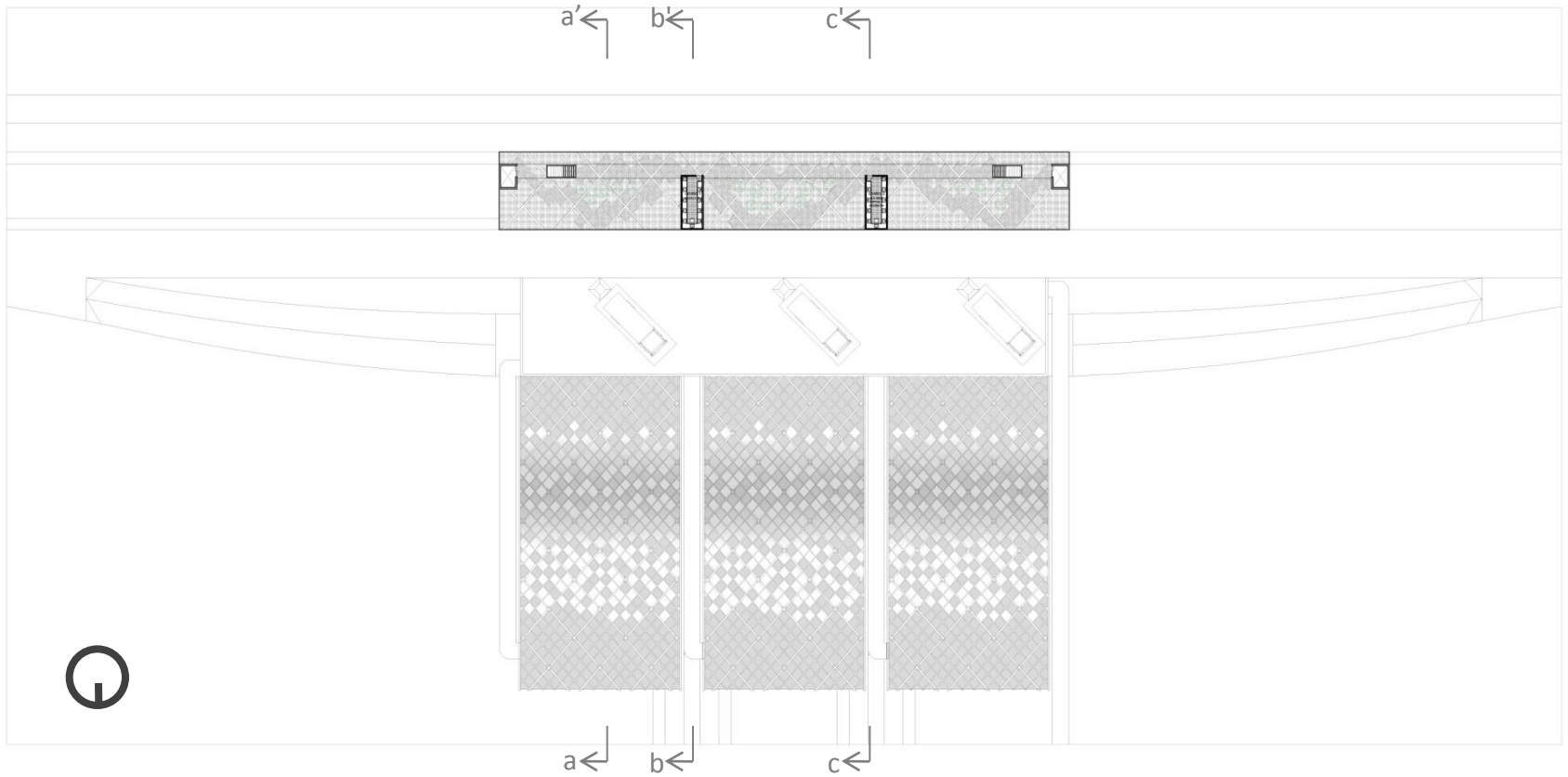


Imagen 26: Planta nivel 2_ centros de control esc 1:800
Fuente: Elaboración propia.

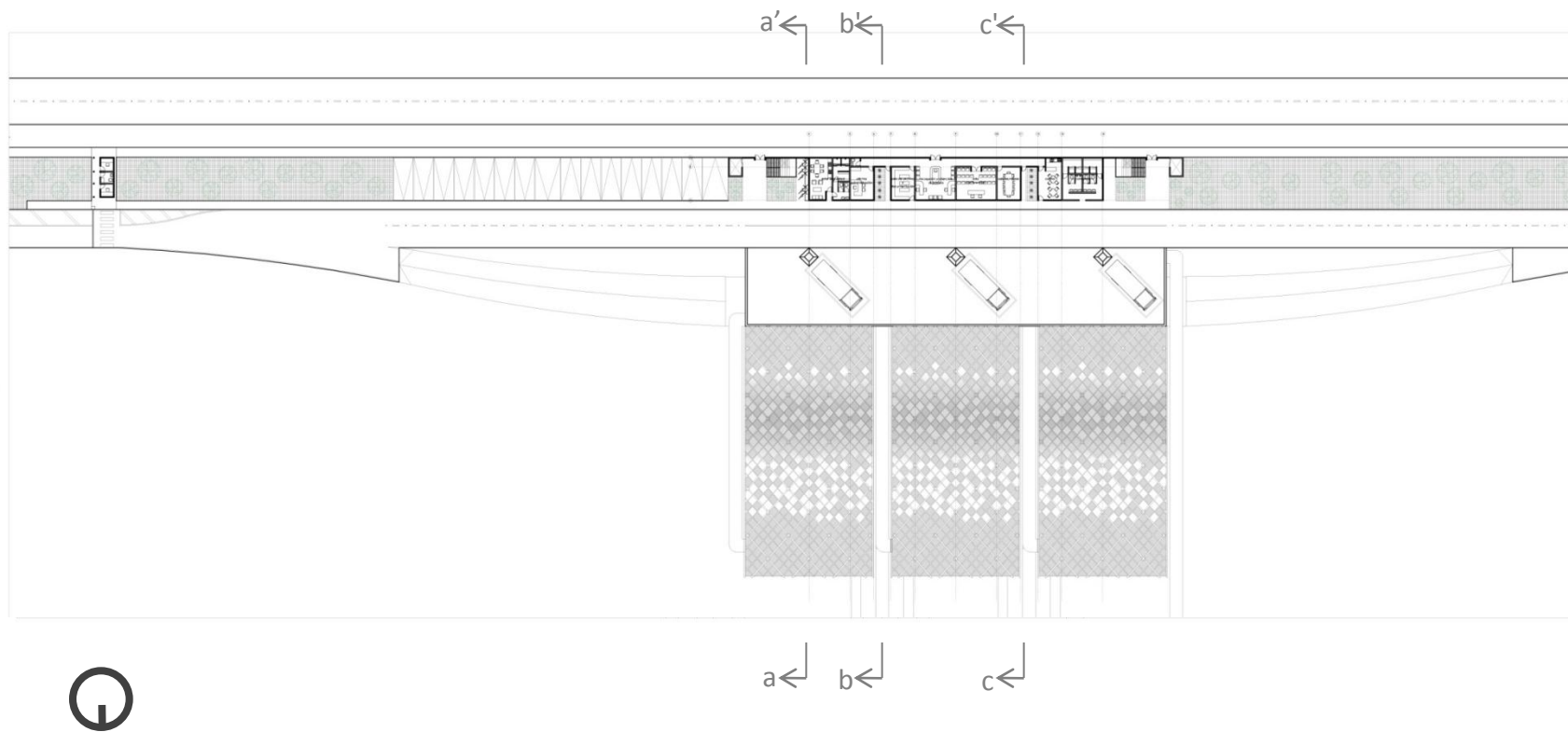


Imagen 27: Planta nivel1; administración esc 1:900
Fuente: Elaboración propia.

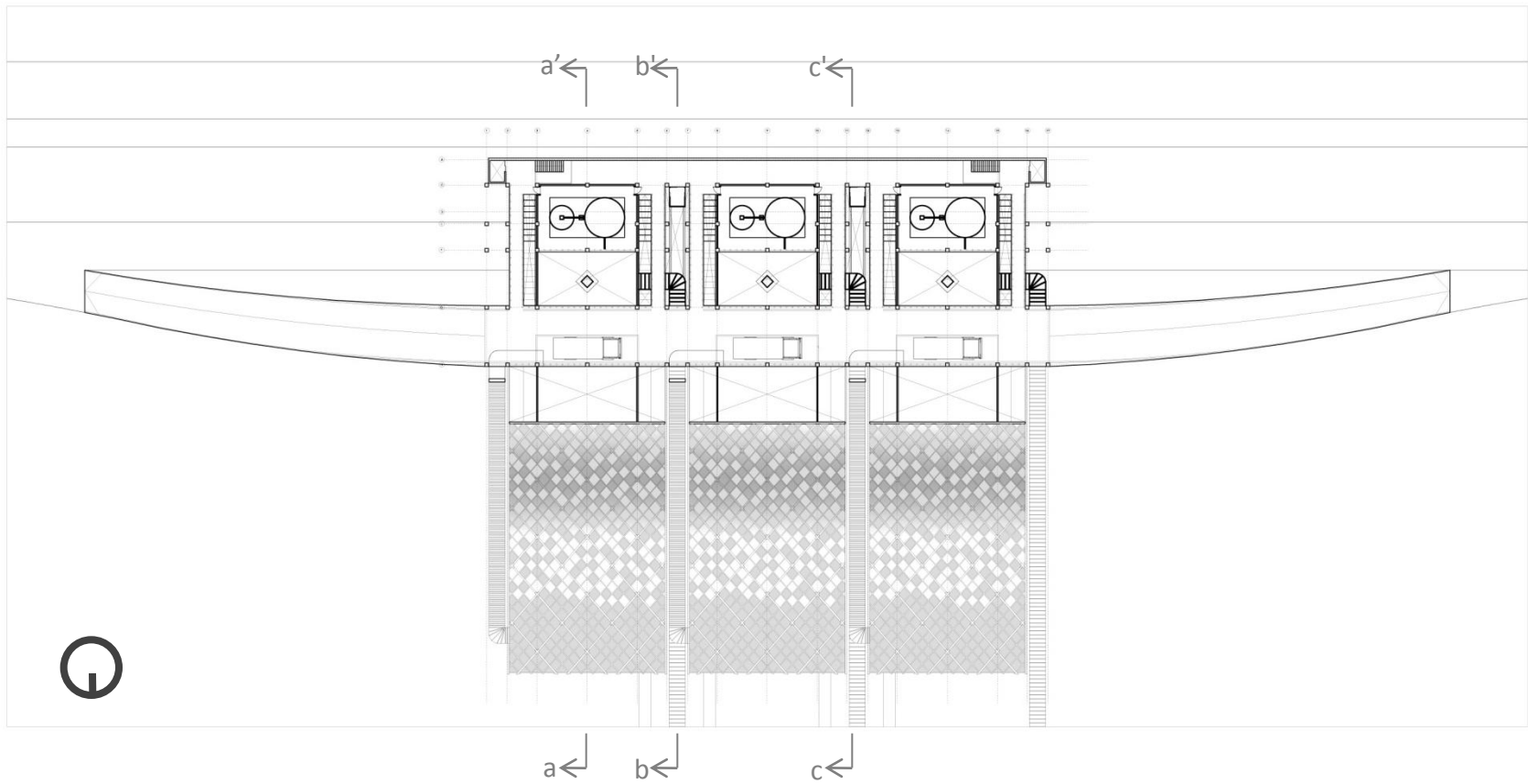


Imagen 26: Planta nivel -1_ Salas de acumulación de agua esc 1:800
Fuente: Elaboración propia.

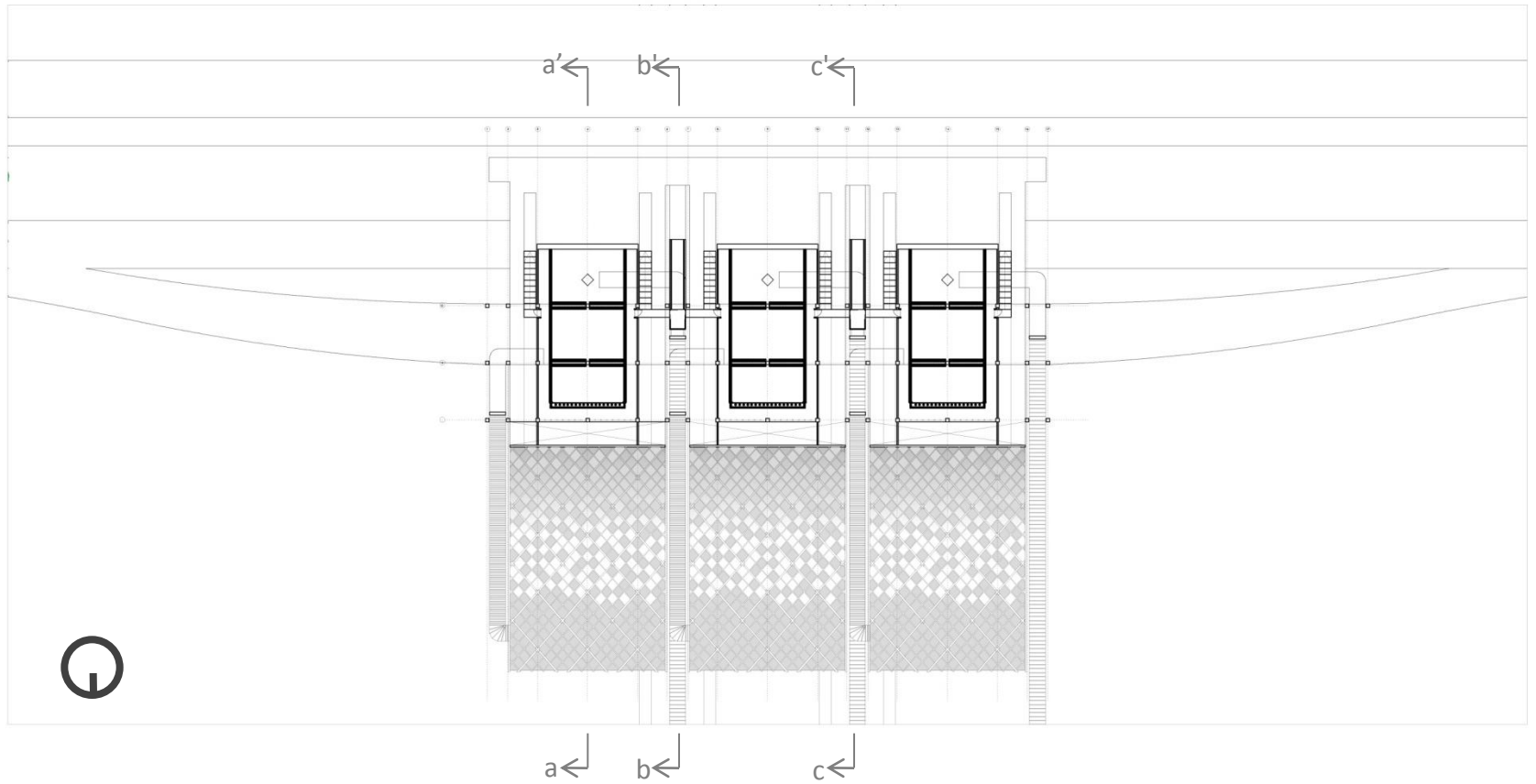


Imagen 27: Planta nivel -2_ Salas de Materias primas esc 1:800
Fuente: Elaboración propia.

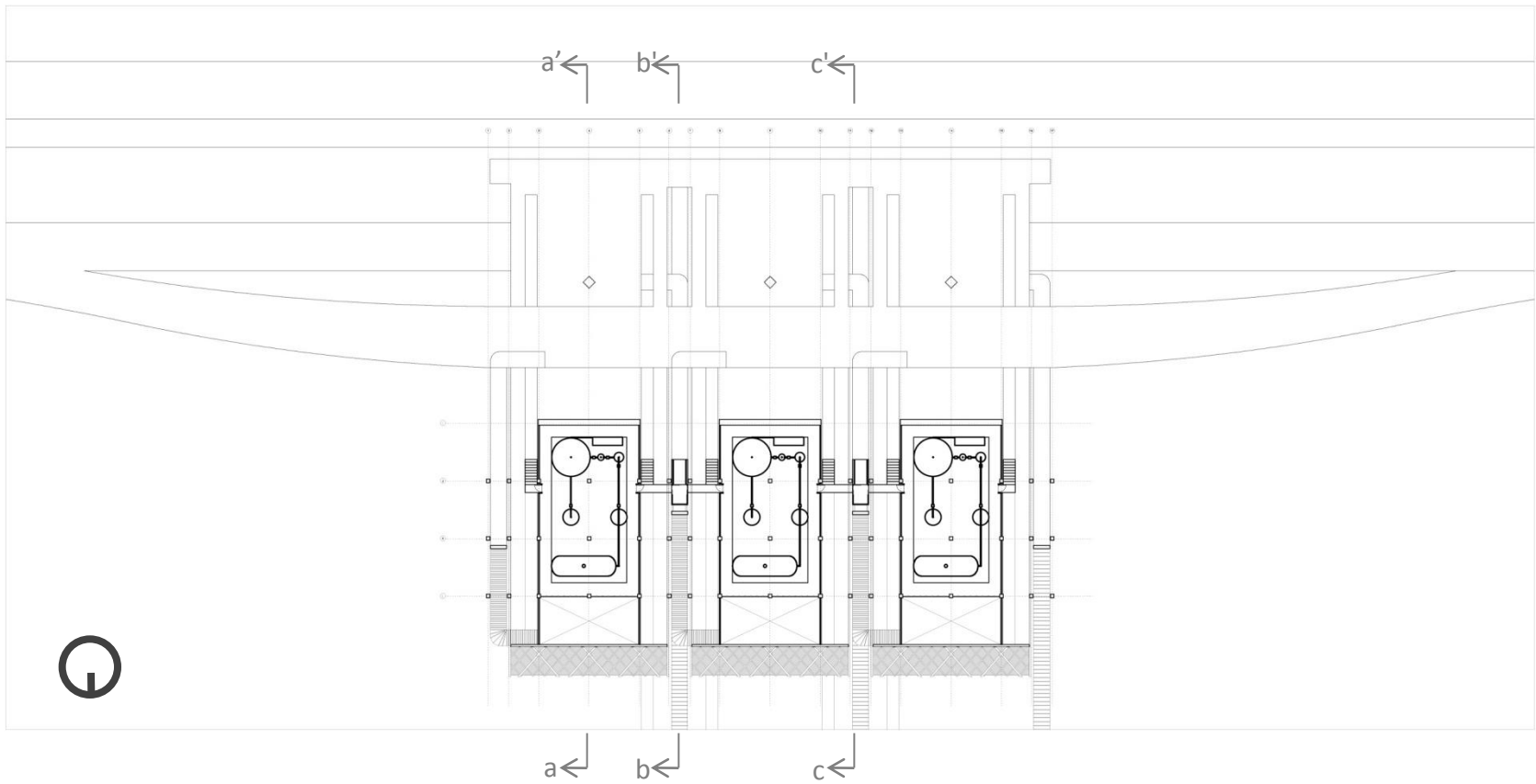


Imagen 28: Planta nivel -3_ Salas de producción biogás. esc 1:800
Fuente: Elaboración propia.

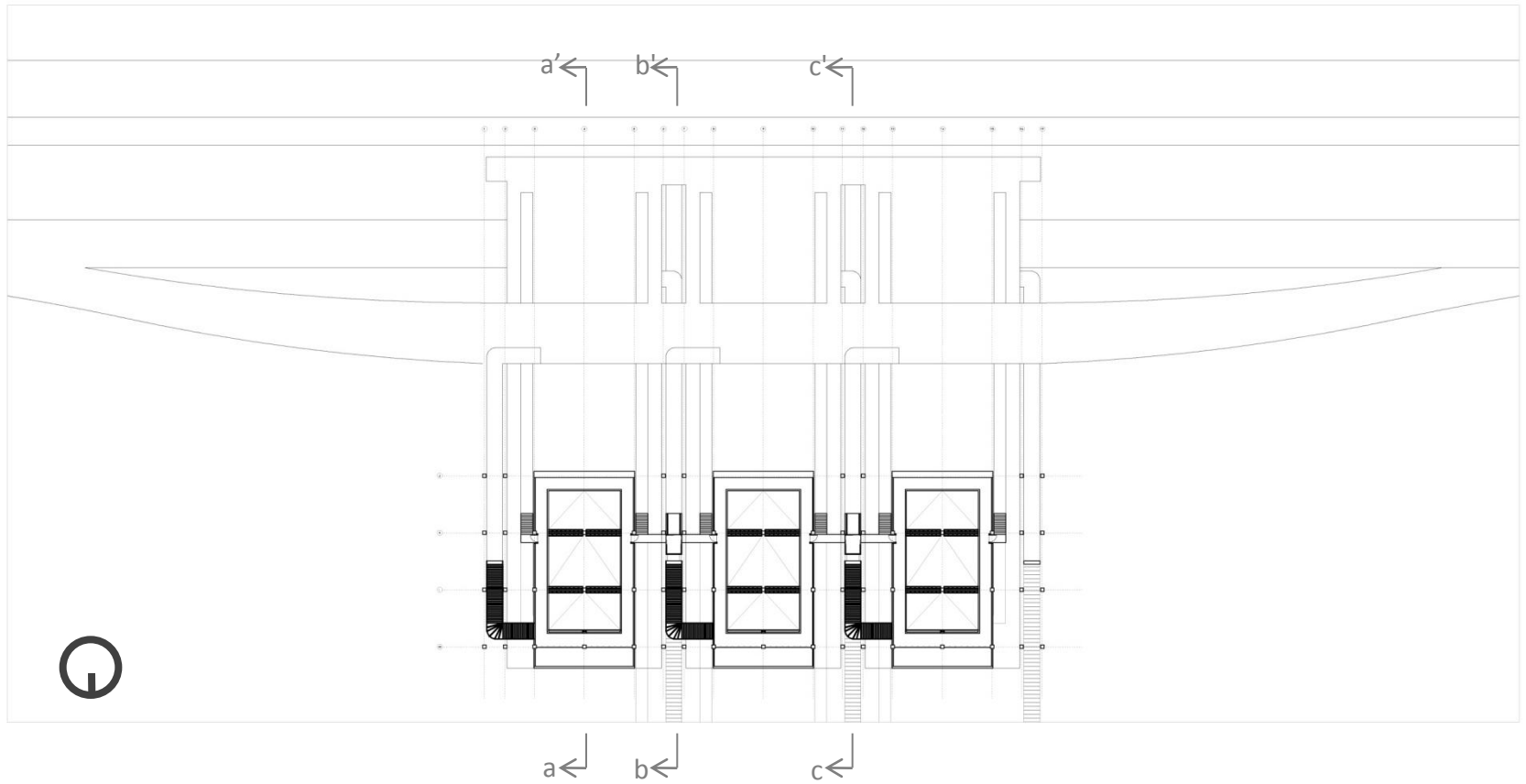


Imagen 29: Planta nivel - 4_ Salas de secado bioabono. esc 1:800
Fuente: Elaboración propia.

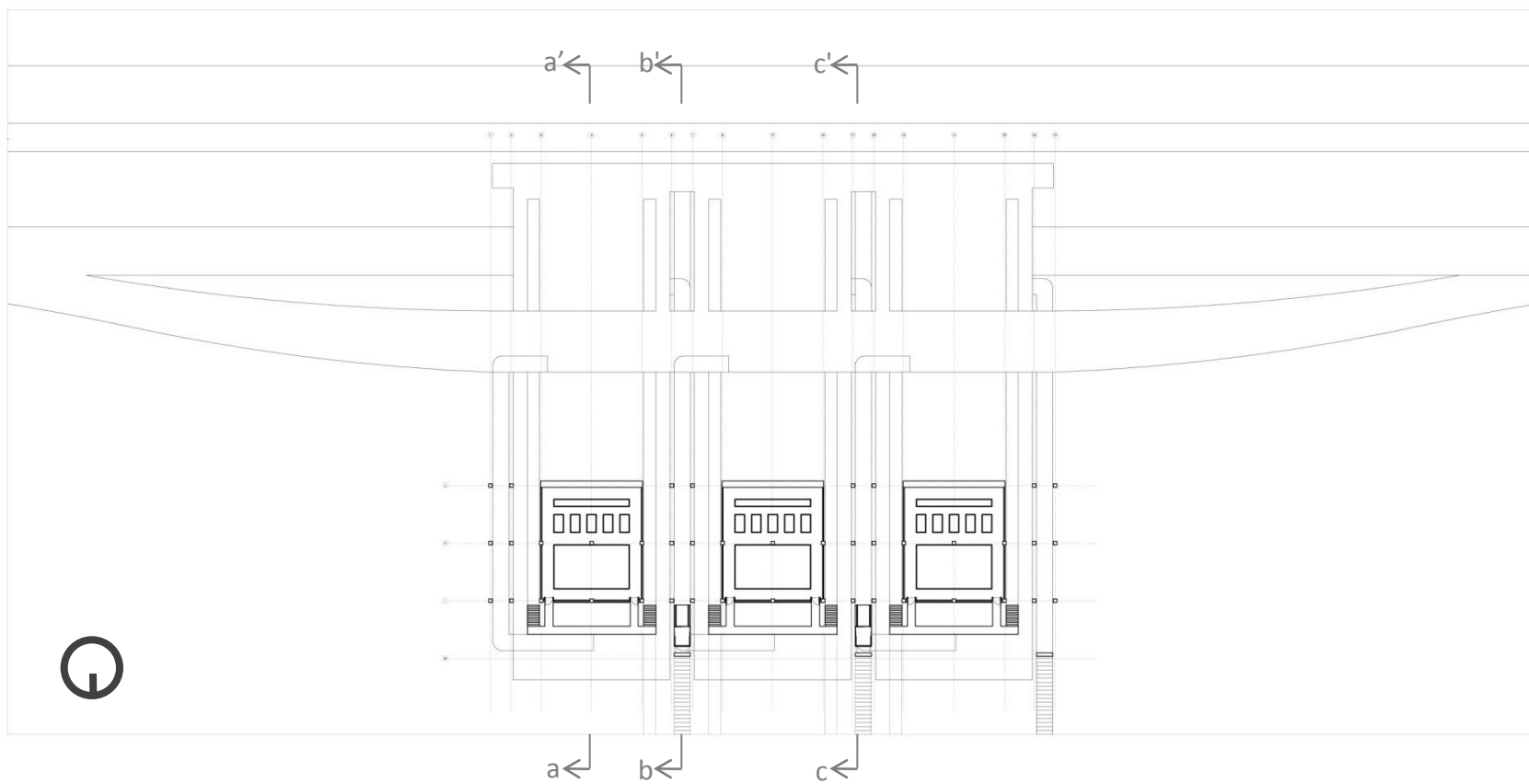


Imagen 30: Planta nivel -5_ Salas de generadores de electricidad. esc 1:800
Fuente: Elaboración propia.

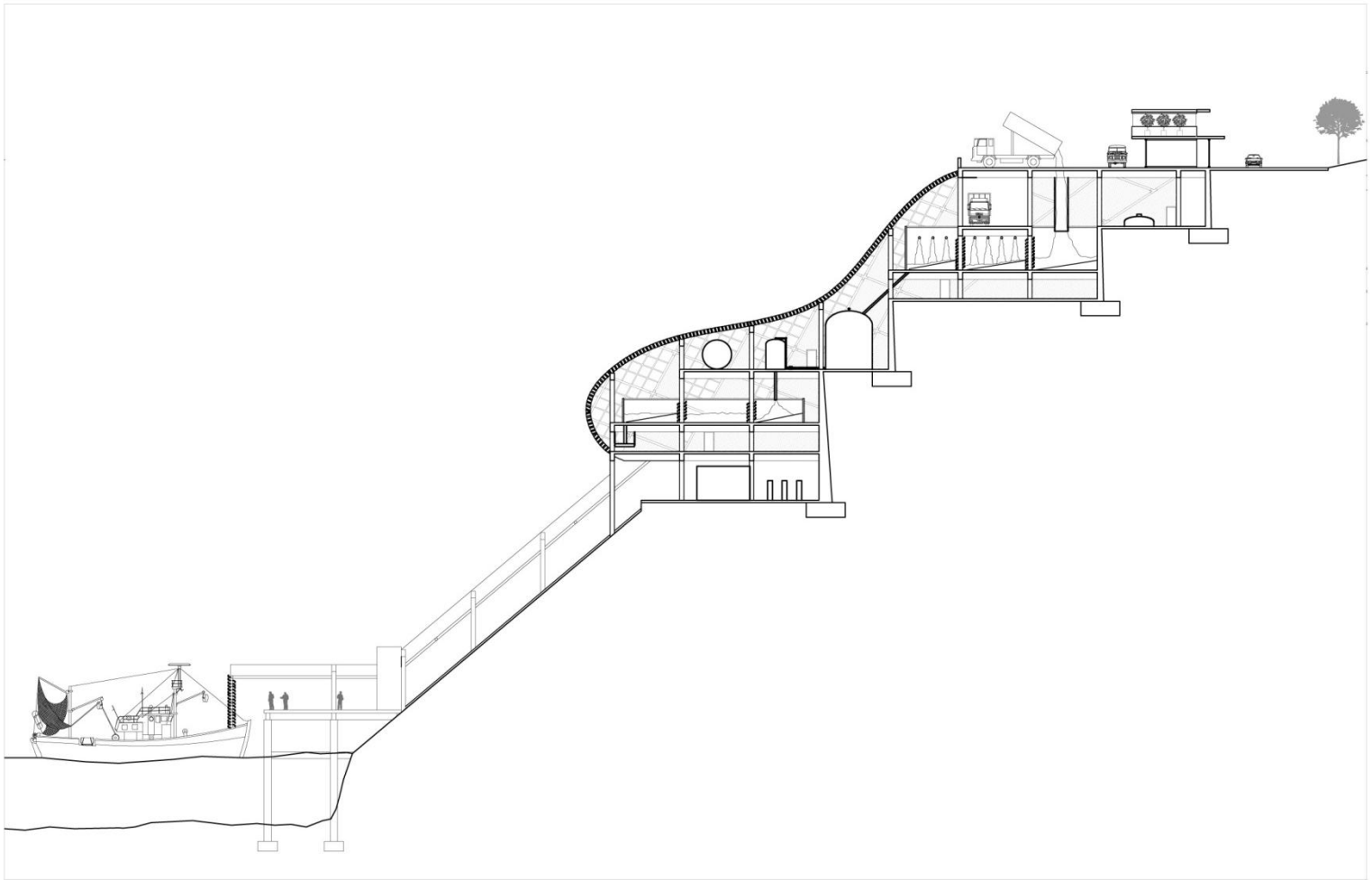


Imagen 31: Corte a-a'. esc 1:700
Fuente: Elaboración propia.

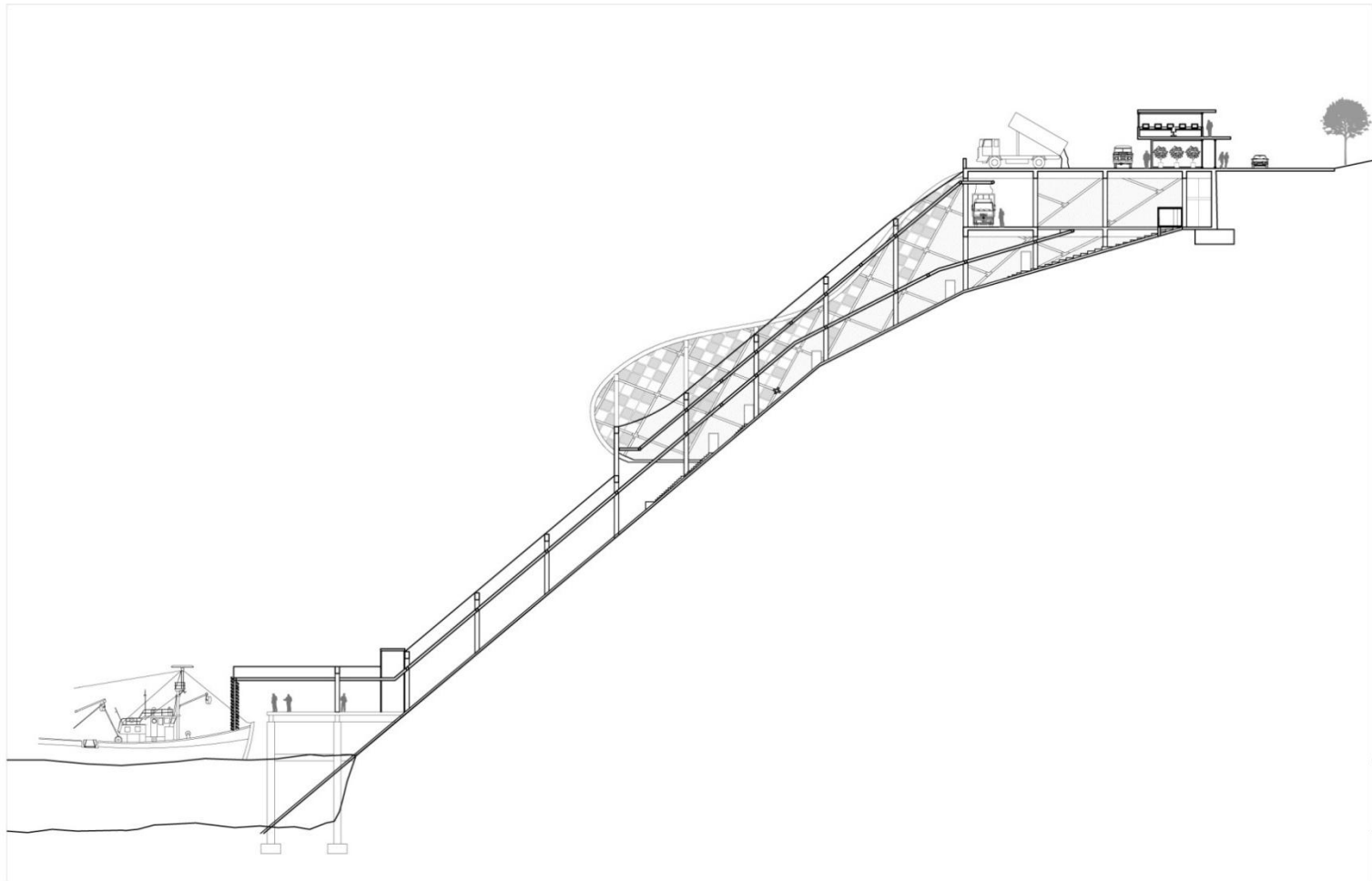


Imagen 32: Corte b-b'. esc 1:700
Fuente: Elaboración propia.

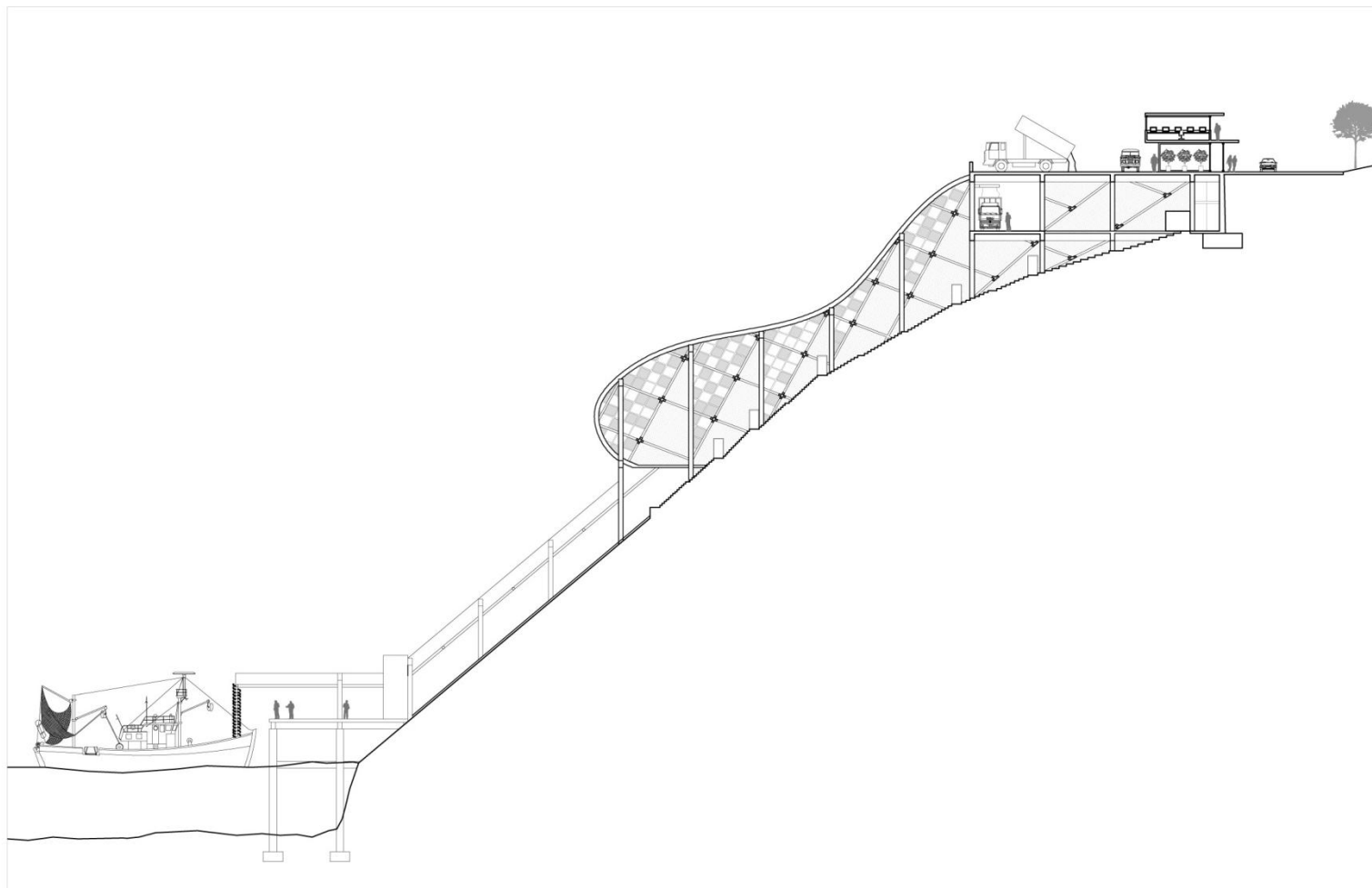
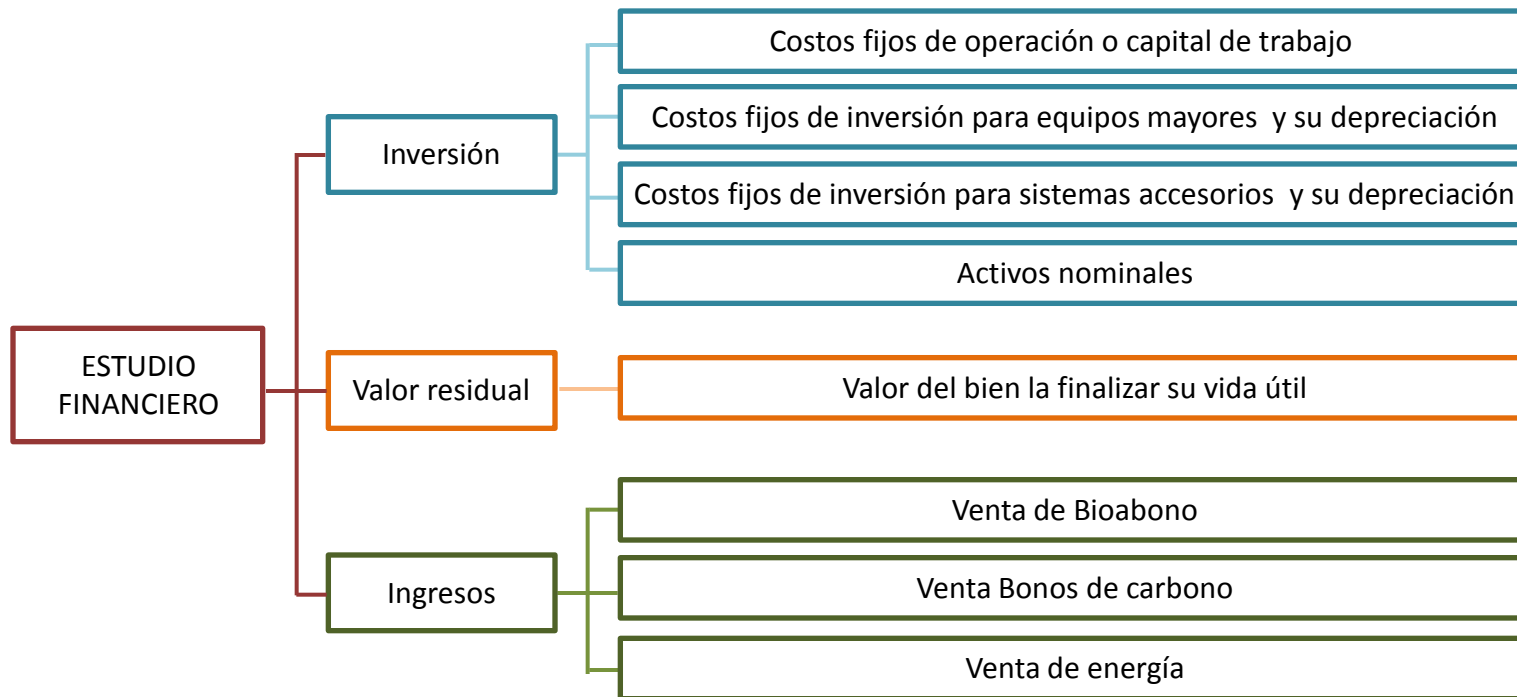


Imagen 32: Corte c-c'. esc 1:700
Fuente: Elaboración propia.

4.10 ESTUDIO FINANCIERO

La investigación inicial realizada por la tesista Evelyn Reveco de la Escuela de Ingeniería Ambiental de la Universidad Católica de Temuco contempla un estudio aproximado de factibilidad económica. Este estudio se complementa con un análisis propio realizado para este caso, lo que da como resultado un detalle del estudio financiero para la realización de la Planta BioAlgás.



_Costos fijos de operación o capital de trabajo

COSTO DE OPERACIÓN	UNIDAD	COSTO MENSUAL (\$)	COSTO ANUAL (\$)
Sueldo jefe de planta	1	\$700.000	\$8.400.000
Sueldo operarios	4	\$300.000	\$14.400.000
Sueldo relacionadores publicos	2	\$300.000	\$7.200.000
Sueldo Guardias	2	\$200.000	\$4.800.000
Sueldo secretaria	1	\$200.000	\$2.400.000
Póliza de seguro	1	\$500.000	\$6.000.000
Mantenimiento de equipos		\$300.000	\$3.600.000
Servicios básicos (internet, teléfono, etc.)		\$100.000	\$1.200.000
Materia prima(ton algas/mes)	36	\$18.000.000	\$216.000.000
Reactivos (glucosa, extracto de levadura, etc)			\$1.000.000
TOTAL			\$265.000.000

Se puede decir que por concepto de capital de trabajo, el costo anual corresponde a \$265.000.000 millones de pesos. Se hace el supuesto que los costos de operación aumentan un 0,5% al año.

_Costos fijos de inversión para equipos mayores y su depreciación

ACTIVO FIJO	CANTIDAD	VIDA ÚTIL (AÑOS)	COSTO (\$)	DEPRECIACIÓN (\$)
Biodigestor Anaerobio ASBR	3	25	\$ 27.000.000	\$ 1.080.000
Estanque de almacenamiento de gas	3	25	\$ 60.000.000	\$ 2.400.000
Estanque Ecuallizador	3	12	\$ 1.800.000	\$ 150.000
Biofiltro Anaerobio UAF	3	25	\$ 5.000.000	\$ 200.000
Estanque de agua 2000 lts	3	12	\$ 600.000	\$ 50.000
Sistema pozo de agua	3	12	\$ 4.500.000	\$ 375.000
Sistema para serpentín	3	12	\$ 1.000.000	\$ 83.333
Salas de Algas (cintas transportadoras, trituradora, etc.)	3	25	\$ 9.000.000	\$ 360.000
Salas de secado abono	3	25	\$ 15.000.000	\$ 600.000
Cintas transportadoras	390	25	\$ 31.200.000	\$ 1.248.000
Generadores de energía	3	25	\$ 150.000.000	\$ 6.000.000
TOTAL			\$ 305.100.000	\$ 12.546.333

El costo total de inversión para equipos mayores corresponde a \$ 305.100.000, mientras que la depreciación de los equipos se establece en \$ 12.546.333,33 según los años de vida útil de cada componente del sistema.

_Costos fijos de inversión para sistemas accesorios y su depreciación

ACTIVO FIJO	CANTIDAD	VIDA ÚTIL (AÑOS)	COSTO (\$)	DEPRECIACIÓN (\$)
Bombas	9	4	\$9.000.000	\$2.250.000
pH metro	6	4	\$300.000	\$75.000
Sensores de temperatura	6	4	\$300.000	\$75.000
Tuberias 0,03 m termoplastico	150	11	\$750.000	\$68.181,8
Tuberias 0,03 m pvc	27	4	\$243.000	\$60.750
Valvula bolas	3	4	\$300.000	\$75.000
Infraestructura	.	30	\$500.000.000	\$16.666.666,6
Terreno	.	.	\$20.000.000	.
TOTAL			\$530.893.000	\$19.270.598,5

El costo total de inversión para sistemas accesorios corresponde a \$530.893.000, mientras que la depreciación de los sistemas accesorios es de \$19.270.598, 5 según los años de vida útil de cada componente del sistema.

Activos nominales

ACTIVOS NOMINALES	VALOR (\$)
Instalación de equipos	\$10.000.000
Instalación de sistema eléctrico	\$3.000.000
Instalación sistema de control	\$8.000.000
Gastos de puesta en marcha	\$6.000.000
Estudios previos (diseño de ingeniería, impacto ambiental, etc.)	\$7.500.000
Total	\$34.500.000
Amortización de activos nominales (5 años)	\$6.900.000

Por lo tanto, según la sumatoria de todos los ítems mencionados anteriormente, se estima que la **inversión inicial** corresponde a **\$ \$1.135.493.000** millones de pesos.

_Valor residual

Para calcularlo, se utiliza la formula **Vr=Valor de origen- Depreciación acumulada**, siendo evaluada a 3, 10 y 15 años.

ACTIVO	AÑO DESECHO	VALOR RESIDUAL
Biodigestor Anaerobio ASBR	15	\$ 10.800.000
Estanque de almacenamiento de gas	15	\$ 24.000.000
Biofiltro Anaerobio UAF	15	\$ 2.000.000
Salas de Algas (cintas transportadoras, trituradora, etc.)	15	\$ 3.600.000
Generadores de energia	15	\$ 60.000.000
Infraestructura	15	\$ 250.000.000
Estanque Ecuilizador	10	\$ 300.000
Sistema para serpentín	10	\$ 166.667
Estanque de agua 2000 lts	10	\$ 100.000
Sistema pozo de agua	10	\$ 750.000
Tuberías 0,03 m termoplastico	10	\$ 68.182
pH metro	3	\$ 75.000
Sensores de temperatura	3	\$ 75.000
Tuberías 0,03 m pvc	3	\$ 60.750
Bombas	3	\$ 2.250.000
Valvula bolas	3	\$ 75.000

Tabla 11: Valor residual de Planta BioAlgás .
Fuente: Elaboración propia.

VALOR DE DESECHO (AÑOS)	VALOR RESIDUAL DEL PROYECTO (\$)
3	\$2.535.750
10	\$1.384.848,485
15	\$350.400.000

El valor residual de estos equipos es un ingreso al final de su vida útil y así se toman en cuenta en la realización del flujo de caja. En la tabla superior se presenta el valor de desecho del proyecto.

_Ingresos por venta Bioabono

El bioabono resultante de los lodos del proceso de fermentación de las algas, es de gran calidad y utilidad para el sector agrícola.

Considerando que el proyecto se ubica en una de las regiones con mayor desarrollo de la agricultura y muy cercana a otra en que también es una de las principales actividades económicas, la venta por este concepto resulta muy importante para calcular los ingresos y de este modo la inversión.

Las ganancias con respecto a la venta del abono se hacen bajo el supuesto que cada año el precio de este sube en 100 \$/kg.

LODO FERTILIZANTE	GENERACION (TON) EN UN CICLO DE PRODUCCION	GENERACION (TON) POR AÑO
Fertilizante desde Biodigestor	8,1	147,8
Fertilizante desde Biofiltro	4,02	74,37
Fertilizante total	12,12	222,17

A partir de la generación anual de lodos fertilizantes, se puede establecer el valor de venta anual a un plazo de 15 años.

AÑO	CANTIDAD ABONO ANUAL (KG/AÑO)	VALOR \$/KG	VENTA ANUAL DE ABONO
1	\$ 222.170	\$ 700	\$ 155.519.000
2	\$ 222.170	\$ 800	\$ 177.736.000
3	\$ 222.170	\$ 900	\$ 199.953.000
4	\$ 222.170	\$ 1.000	\$ 222.170.000
5	\$ 222.170	\$ 1.100	\$ 244.387.000
6	\$ 222.170	\$ 1.200	\$ 266.604.000
7	\$ 222.170	\$ 1.300	\$ 288.821.000
8	\$ 222.170	\$ 1.400	\$ 311.038.000
9	\$ 222.170	\$ 1.500	\$ 333.255.000
10	\$ 222.170	\$ 1.600	\$ 355.472.000
11	\$ 222.170	\$ 1.700	\$ 377.689.000
12	\$ 222.170	\$ 1.800	\$ 399.906.000
13	\$ 222.170	\$ 1.900	\$ 422.123.000
14	\$ 222.170	\$ 2.000	\$ 444.340.000
15	\$ 222.170	\$ 2.100	\$ 466.557.000

Tabla 13: Valor Bioabono producido en Planta BioAlgás .
Fuente: Elaboración propia.

_Ingresos por venta Bonos de Carbono

“Una empresa chilena que disminuye sus emisiones de CO2 (...) puede vender esta reducción a empresas de países desarrollados que estén obligadas a bajar sus emisiones de GEI (Gases de Efecto Invernadero) generando beneficios tanto económicos como ambientales.”⁶

Por esto la Planta BioAlgás puede vender Bonos de Carbono ya que contribuye en la generación de energía limpia y sin emisiones de CO2. El calculo de ingresos por este concepto se hace considerando que la venta de bonos de carbono tienen un valor de 10 dólares/tonelada (\$ 480 aprox.) y aumentan su valor cada año, de acuerdo a estadísticas en un 9,8 %.

Para establecer la cantidad de CO2 que se deja de emitir, se realiza un Certificado de Emisiones Reducidas, en que CER equivalen a una tonelada de CO2 y que se calcula a partir de la siguiente ecuación:

$$\text{CER} = 3 \cdot (36,4 \text{ TonCH}_4/\text{año} \cdot 21 + 36,4 \text{ TonCO}_2/\text{año})$$

$$\text{CER} = 2402,4 \text{ Ton CO}_2/\text{anual}$$

AÑO	VALOR (U\$)	GANANCIAS (\$)
1	\$ 4.800,00	\$ 11.531.520,00
2	\$ 5.270,40	\$ 12.661.608,96
3	\$ 5.786,90	\$ 13.902.446,64
4	\$ 6.354,02	\$ 15.264.886,41
5	\$ 6.976,71	\$ 16.760.845,28
6	\$ 7.660,43	\$ 18.403.408,11
7	\$ 8.411,15	\$ 20.206.942,11
8	\$ 9.235,44	\$ 22.187.222,44
9	\$ 10.140,51	\$ 24.361.570,23
10	\$ 11.134,28	\$ 26.749.004,12
11	\$ 12.225,44	\$ 29.370.406,52
12	\$ 13.423,54	\$ 32.248.706,36
13	\$ 14.739,04	\$ 35.409.079,58
14	\$ 16.183,47	\$ 38.879.169,38
15	\$ 17.769,45	\$ 42.689.327,98

6: http://www.prochile.cl/servicios/medioambiente/bonos_de_carbono.php.
 Tabla 14: Ingresos por venta de Bonos de Carbono de Planta BioAlgás
 Fuente: Elaboración propia.

_Ingresos por venta Energía eléctrica

Las ganancias correspondientes a la venta de electricidad se obtienen suponiendo que cada año en promedio la energía eléctrica sube un 5 % respecto de su valor del año anterior.

El calculo se establece en base al costo de producción del KWh de acuerdo a todos los gastos anuales menos las ganancias por ventas de abono y de bonos de carbono.

TIPO DE GASTO	VALOR ANUAL (\$)	ENERGIA KWh ANUAL	PRECIO \$/KW/h
Depreciación total	\$ 31.816.932		
Gastos no desembolsables	\$ 38.716.932		
Activos nominales/12 meses	\$ 2.875.000		
Gastos operación anual	\$ 265.000.000		
Venta anual Abono	-\$ 155.519.000		
Venta anual Bonos de Carbono	-\$ 11.531.520		
TOTAL	\$ 171.358.344	\$ 1.516.302	\$ 113

En base a los resultados, se puede decir que el precio del KWh es de \$113, lo que representa un valor mucho mas competitivo que el valor del suministro actual que entrega Frontel.

A continuación se presentan las ganancias obtenidas por la venta de energía eléctrica en un plazo de 15 años

AÑO	VALOR \$/KWh	VENTA ANUAL DE ENERGÍA
1	\$ 113,01	\$ 171.358.343,64
2	\$ 118,66	\$ 179.926.260,82
3	\$ 124,59	\$ 188.922.573,86
4	\$ 130,82	\$ 198.368.702,55
5	\$ 137,37	\$ 208.287.137,68
6	\$ 144,23	\$ 218.701.494,56
7	\$ 151,45	\$ 229.636.569,29
8	\$ 159,02	\$ 241.118.397,76
9	\$ 166,97	\$ 253.174.317,64
10	\$ 175,32	\$ 265.833.033,53
11	\$ 184,08	\$ 293.080.919,46
12	\$ 193,29	\$ 293.080.919,46
13	\$ 202,95	\$ 307.734.965,44
14	\$ 213,10	\$ 323.121.713,71
15	\$ 223,75	\$ 339.277.799,39

Tabla 16: Ingresos por venta de Energía Eléctrica de Planta BioAlgás
Fuente: Elaboración propia.

a. Financiamiento privado

Al situarnos en la posibilidad de un financiamiento real de la Planta BioAlgás, se plantea la posibilidad de un financiamiento con fondos privados provenientes de empresas que necesiten neutralizar su huella de carbono o bien dar suministro eléctrico a través de ERNC.

Este se considera factible a través de un préstamo bancario que cubra el 70% y con aportes iniciales del privado de un 30%.

Por lo tanto, si la inversión inicial corresponde a \$1.135.493.000, de esto se hace el siguiente desglose:

Crédito bancario= \$794.845.100
Aporte privado = \$340.647.000

Se considera una tasa de interés del 10% y un plazo de crédito de 15 años.

Para calcular la cuota anual se utiliza la siguiente fórmula:

$$C = P \cdot \left[\frac{(1+i)^n \cdot i}{(1+i)^n - 1} \right]$$

En que:

P= Monto del crédito

i= tasa de interés (0,1)

n= plazo del crédito (años)

$$C = 794845100 \cdot \left[\frac{0,4177}{3,177} \right]$$

$$C = \$ 104.501.287,34$$

A continuación se presentan los antecedentes del préstamo bancario.

AÑO	CUOTA	INTERÉS	AMORTIZACIÓN	SALDO
0				\$ 794.845.100,00
1	\$ 104.501.287,34	\$ 79.484.510,00	\$ 25.016.777,34	\$ 769.828.322,66
2	\$ 104.501.287,34	\$ 76.982.832,27	\$ 27.518.455,07	\$ 742.309.867,59
3	\$ 104.501.287,34	\$ 74.230.986,76	\$ 30.270.300,58	\$ 712.039.567,01
4	\$ 104.501.287,34	\$ 71.203.956,70	\$ 33.297.330,64	\$ 678.742.236,38
5	\$ 104.501.287,34	\$ 67.874.223,64	\$ 36.627.063,70	\$ 642.115.172,68
6	\$ 104.501.287,34	\$ 64.211.517,27	\$ 40.289.770,07	\$ 601.825.402,61
7	\$ 104.501.287,34	\$ 60.182.540,26	\$ 44.318.747,08	\$ 557.506.655,53
8	\$ 104.501.287,34	\$ 55.750.665,55	\$ 48.750.621,78	\$ 508.756.033,75
9	\$ 104.501.287,34	\$ 50.875.603,37	\$ 53.625.683,96	\$ 455.130.349,78
10	\$ 104.501.287,34	\$ 45.513.034,98	\$ 58.988.252,36	\$ 396.142.097,42
11	\$ 104.501.287,34	\$ 39.614.209,74	\$ 64.887.077,59	\$ 331.255.019,83
12	\$ 104.501.287,34	\$ 33.125.501,98	\$ 71.375.785,35	\$ 259.879.234,48
13	\$ 104.501.287,34	\$ 25.987.923,45	\$ 78.513.363,89	\$ 181.365.870,59
14	\$ 104.501.287,34	\$ 18.136.587,06	\$ 86.364.700,28	\$ 95.001.170,31
15	\$ 104.501.287,34	\$ 9.500.117,03	\$ 95.001.170,31	\$ 0,00

Tabla 17: Antecedentes de préstamo bancario de Planta BioAlgás
Fuente: Elaboración propia.

La tabla 18 presenta el flujo de caja de los 15 años de duración del crédito, para evaluar la rentabilidad del proyecto.

AÑO	INGRESOS	EGRESOS	CUOTA	FLUJO ANUAL
1	\$ 338.408.863,64	\$ 369.501.287,34	\$ 104.501.287,34	-\$ 135.593.711,04
2	\$ 370.323.869,78	\$ 370.826.287,34	\$ 104.501.287,34	-\$ 105.003.704,90
3	\$ 402.778.020,50	\$ 372.157.912,34	\$ 104.501.287,34	-\$ 73.881.179,18
4	\$ 435.803.588,96	\$ 373.496.195,46	\$ 104.501.287,34	-\$ 42.193.893,84
5	\$ 469.434.982,96	\$ 374.841.170,00	\$ 104.501.287,34	-\$ 9.907.474,38
6	\$ 503.708.902,68	\$ 376.192.869,42	\$ 104.501.287,34	\$ 23.014.745,92
7	\$ 538.664.511,40	\$ 377.551.327,33	\$ 104.501.287,34	\$ 56.611.896,74
8	\$ 574.343.620,19	\$ 378.916.577,53	\$ 104.501.287,34	\$ 90.925.755,33
9	\$ 610.790.887,88	\$ 380.288.653,98	\$ 104.501.287,34	\$ 126.000.946,56
10	\$ 648.054.037,64	\$ 381.667.590,81	\$ 104.501.287,34	\$ 161.885.159,50
11	\$ 700.140.325,98	\$ 383.053.422,33	\$ 104.501.287,34	\$ 212.585.616,32
12	\$ 725.235.625,82	\$ 384.446.183,00	\$ 104.501.287,34	\$ 236.288.155,48
13	\$ 765.267.045,02	\$ 385.845.907,48	\$ 104.501.287,34	\$ 274.919.850,20
14	\$ 806.340.883,09	\$ 387.252.630,58	\$ 104.501.287,34	\$ 314.586.965,17
15	\$ 848.524.127,37	\$ 388.666.387,30	\$ 104.501.287,34	\$ 355.356.452,74

Tabla 18: Flujo de caja anual de Planta BioAlgás .
Fuente: Elaboración propia.

Con los antecedentes anteriores, se puede evaluar finalmente la viabilidad del proyecto.

AÑO	FLUJO DE CAJA	
1	-\$ 135.593.711	-\$ 115.892.061
2	-\$ 105.003.705	-\$ 76.706.629
3	-\$ 73.881.179	-\$ 46.129.233
4	-\$ 42.193.894	-\$ 22.516.773
5	-\$ 9.907.474	-\$ 4.518.910
6	\$ 23.014.746	\$ 8.972.036
7	\$ 56.611.897	\$ 18.862.822
8	\$ 90.925.755	\$ 25.894.052
9	\$ 126.000.947	\$ 30.669.101
10	\$ 161.885.159	\$ 33.678.165
11	\$ 212.585.616	\$ 37.799.791
12	\$ 236.288.155	\$ 35.909.686
13	\$ 274.919.850	\$ 35.710.004
14	\$ 314.586.965	\$ 34.925.181
15	\$ 355.356.453	\$ 33.719.124
VAN		\$ 30.376.356
TASA DE DESCUENTO		17%
TIR		17%
PAYBACK		6 AÑOS

Tabla 19: Evaluación financiera de Planta BioAlgás
Fuente: Elaboración propia.

_En resumen

Al ver los resultados, se puede apreciar que hay un Valor Actual Neto VAN positivo, lo que significa que el proyecto es aceptable y podría generar ganancias.

La tasa de descuento representa la *“rentabilidad que le es exigible a la inversión dada la rebaja al flujo de dinero esperado en el futuro”* ⁷, y que para este caso corresponde a un 17%. Por lo tanto, esto significa que el proyecto tiene una exigencia regular, por lo que a pesar de ser rentable lo más importante de su realización es la innovación que este aporta tanto para el desarrollo de una comunidad como para la tener un precedente de proyectos de esta naturaleza en nuestro país.



Imagen 33: Inversiones.

Fuente: <http://www.espaciadircom.com/secciones/comunicacion/62-comunicacion/827>

7: Evaluación de proyectos de inversión; Tasas de descuento.

Fuente: <http://www.econlink.com.ar/proyectos-de-inversion/tasa-de-descuento>.

5. CONCLUSIONES

Refiriéndonos específicamente a lo que nos convoca –la arquitectura- es necesario señalar que la “arquitectura industrial” se refiere a la construcción de un espacio para maquinarias, por lo que el desafío mayor es dotar de belleza a estas grandes construcciones. Por lo tanto, el resultado se traduce en una piel que envuelve estos elementos, y ahí es donde se presenta la arquitectura.

Por otra parte, hay que mencionar que el desarrollo del proyecto va mas allá de plantear una solución a la “crisis energética” de nuestro país, exponiendo un caso en que la participación va desde los habitantes de la localidad hasta inversionistas y grandes empresas, por lo que los usuarios son diversos. Estos últimos, ya sea por interés particular de incursionar en las Energías Renovables No Convencionales, o bien acogiendo a la Ley n° 20.257 para el fomento de las ERNC –que esperando se fomente su porcentaje a través de la ley 20/20- se ven obligados a suministrar energía limpia, por lo tanto, resulta necesario para ellos invertir en este tipo de proyectos.

Respecto a la inversión, podemos incluso enfocarnos en un mercado internacional, ya que la Planta BioAlgás resulta ser un Mecanismo de Desarrollo Limpio, en que los empresarios de países desarrollados pueden aportar en la iniciativa y beneficiarse a través de minimizar su huella de carbono.

De este forma, las posibilidades para hacer realidad un proyecto de esta tipología son reales según la política que plantee nuestro país, por lo que la esperanza de pensar en un Chile con un crecimiento sustentable sigue y seguirá en pie para nuestras futuras generaciones.

6. BIBLIOGRAFÍA

_ Reveco, Evelyn. *Estudio de factibilidad técnica y económica de la implementación de un sistema de generación de energía en zonas rurales a partir de biomasa marina en un biorreactor anaerobio en dos etapas*. Profesor guía: Alberto Vergara. Universidad Católica de Temuco, Escuela de Ingeniería Ambiental, 2010

_ Tokman, Marcelo y Huepe, Claudio. *Política Energética: Nuevos Lineamientos*. Comisión Nacional de Energía. Formato HTML: http://www.cne.cl/archivos_bajar/Politica_Energetica_Nuevos_Lineamientos_08.pdf.

_ Pontt, Carlos. *Potencial de Biomasa en Chile*. Valparaíso, Universidad Técnica Federico Santa María, 29 de julio de 2008, <http://www.neim.utfsm.cl/arch/20080808-02-Biomasa.pdf>

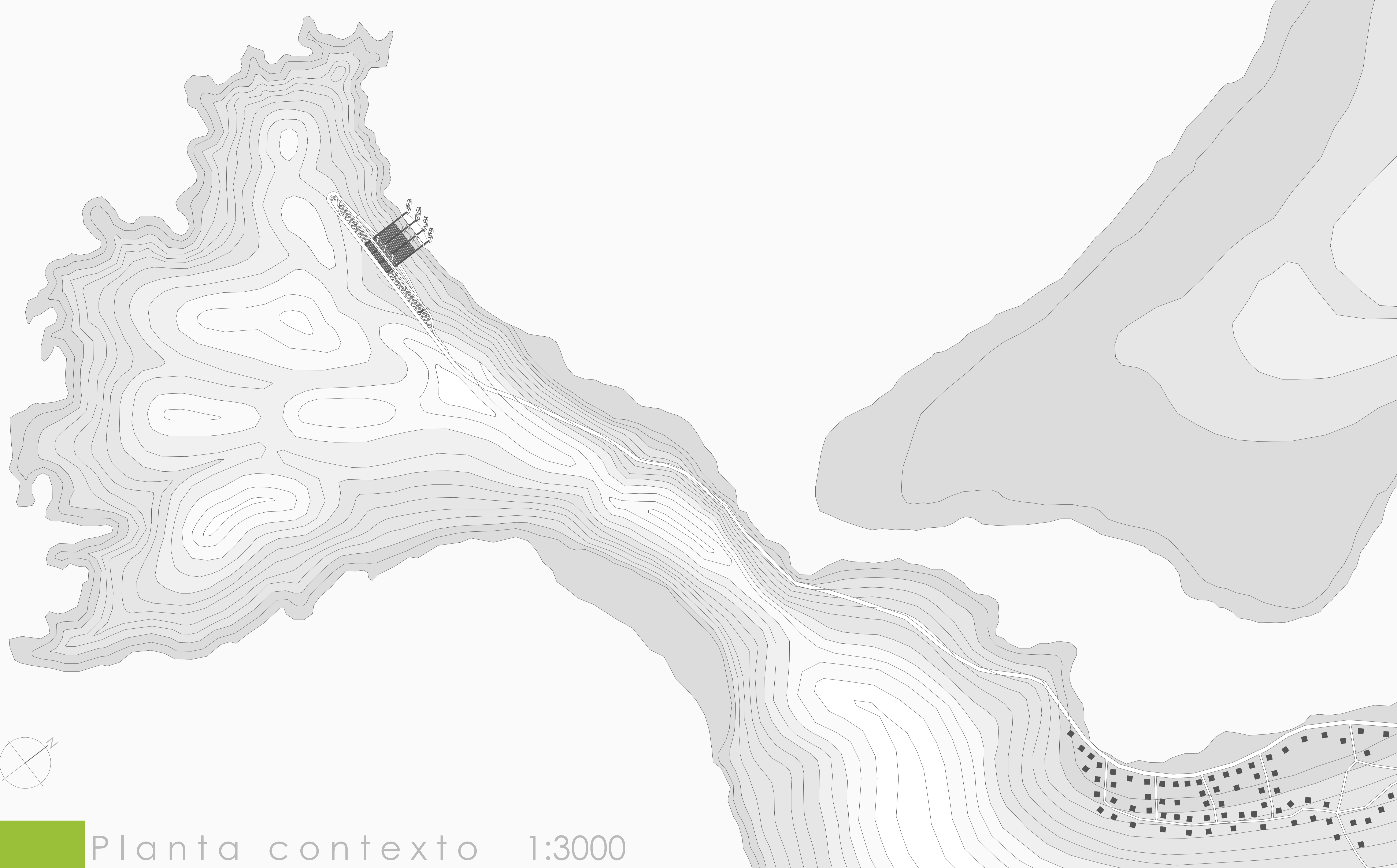
_ Autor desconocido. *Usos de la biomasa*. <http://www.ecologismo.com/2008/11/03/usos-de-la-biomasa/>

_ Rainieri, Ricardo. *Conferencia internacional biomasa Chile 2010: "oportunidad, cultivos energéticos y frontera agrícola"*. 30 de junio de 2010. <http://www.redbiomasa.cl/images/documentos/Seccion%201%20-%20Rainieri%20-%20Oportunidad,%20Cultivos%20Energ%C3%A9ticos%20y%20Frontera%20Agr%C3%ADcola.pdf>

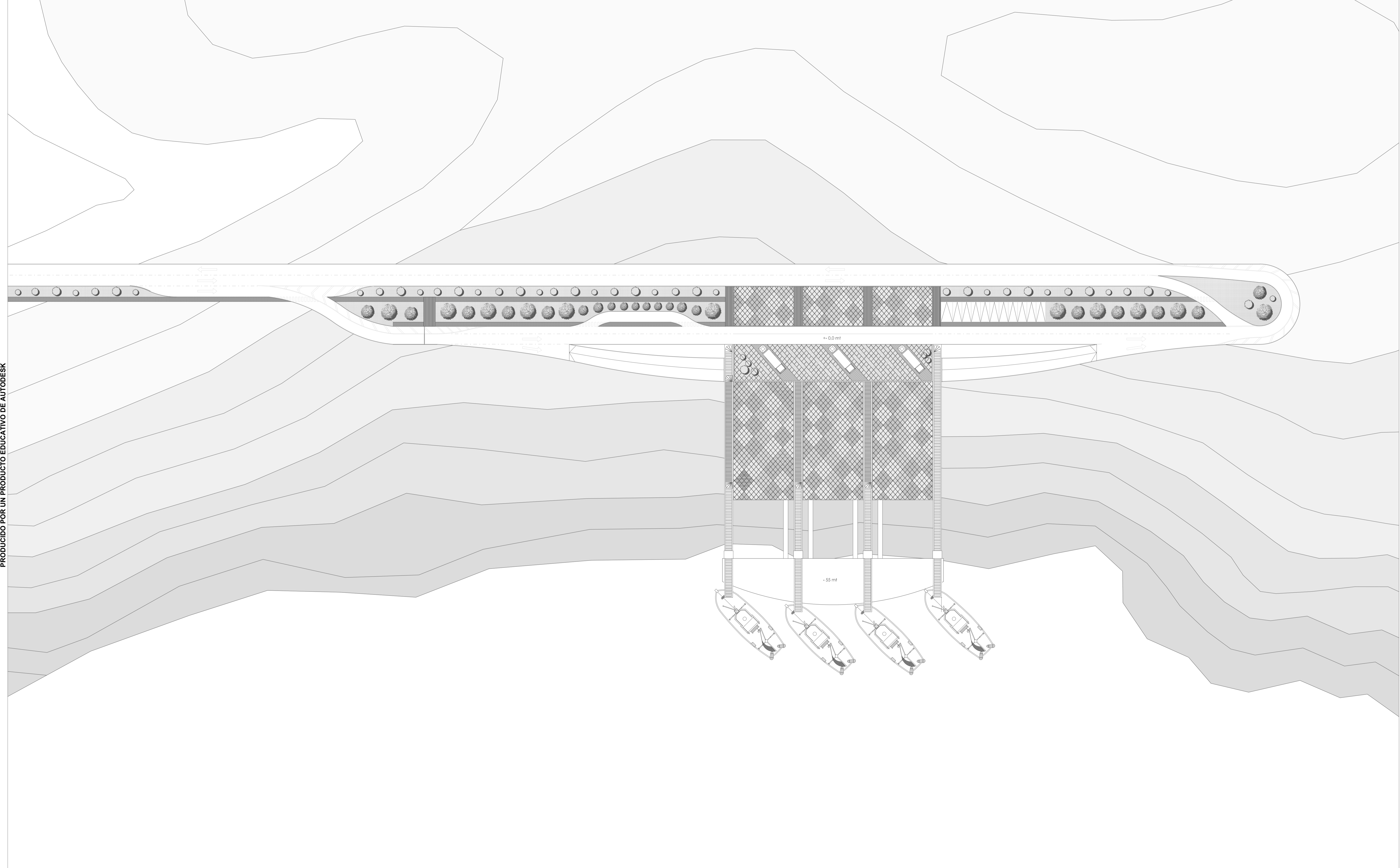
_ Hernández, María Angélica. *Desafíos para la sustentabilidad en el territorio Lafkenche de Carahue*. Temuco, Universidad Católica de Temuco, 2005. <http://biblioteca.uct.cl/tesis/mariangelica-hernandez/tesis.pdf>

_ Corporación Nacional de Desarrollo Indígena. *Fondo de Tierras y Aguas* 28 de octubre de 2010. http://www.conadi.cl/images/Resolucion_Exenta_N_1513.pdf

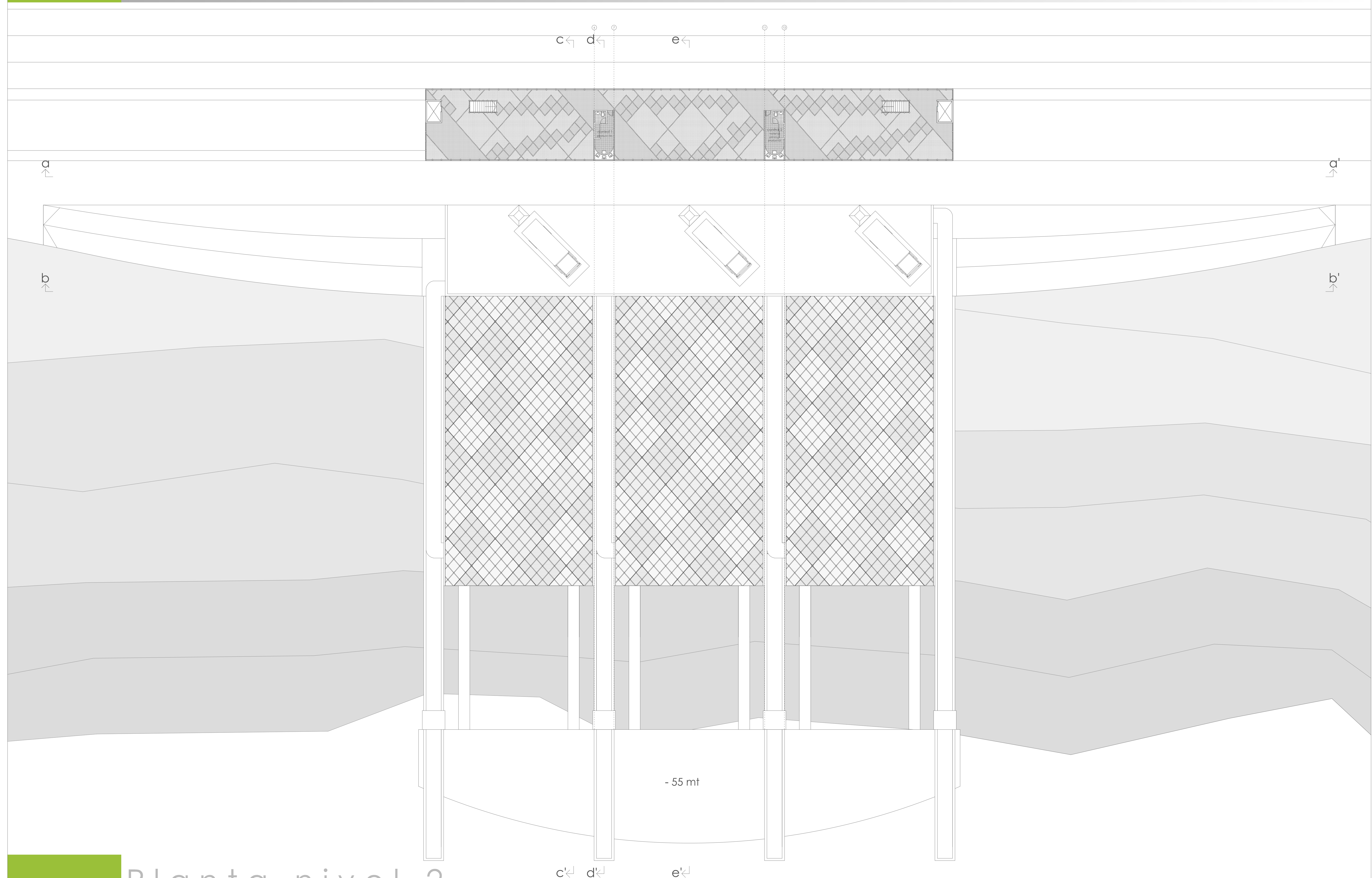




Planta contexto 1:3000



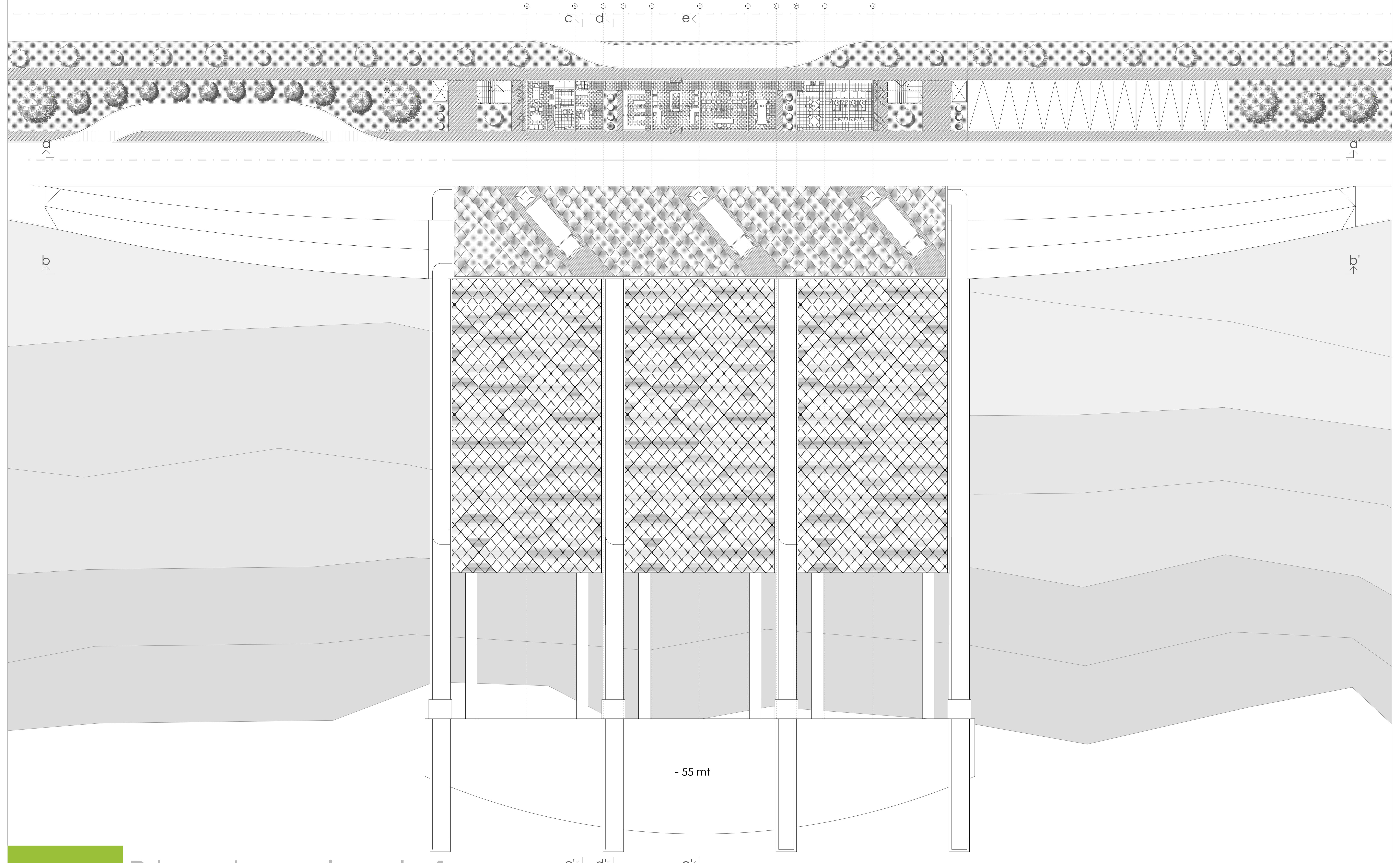
Planta general de conjunto



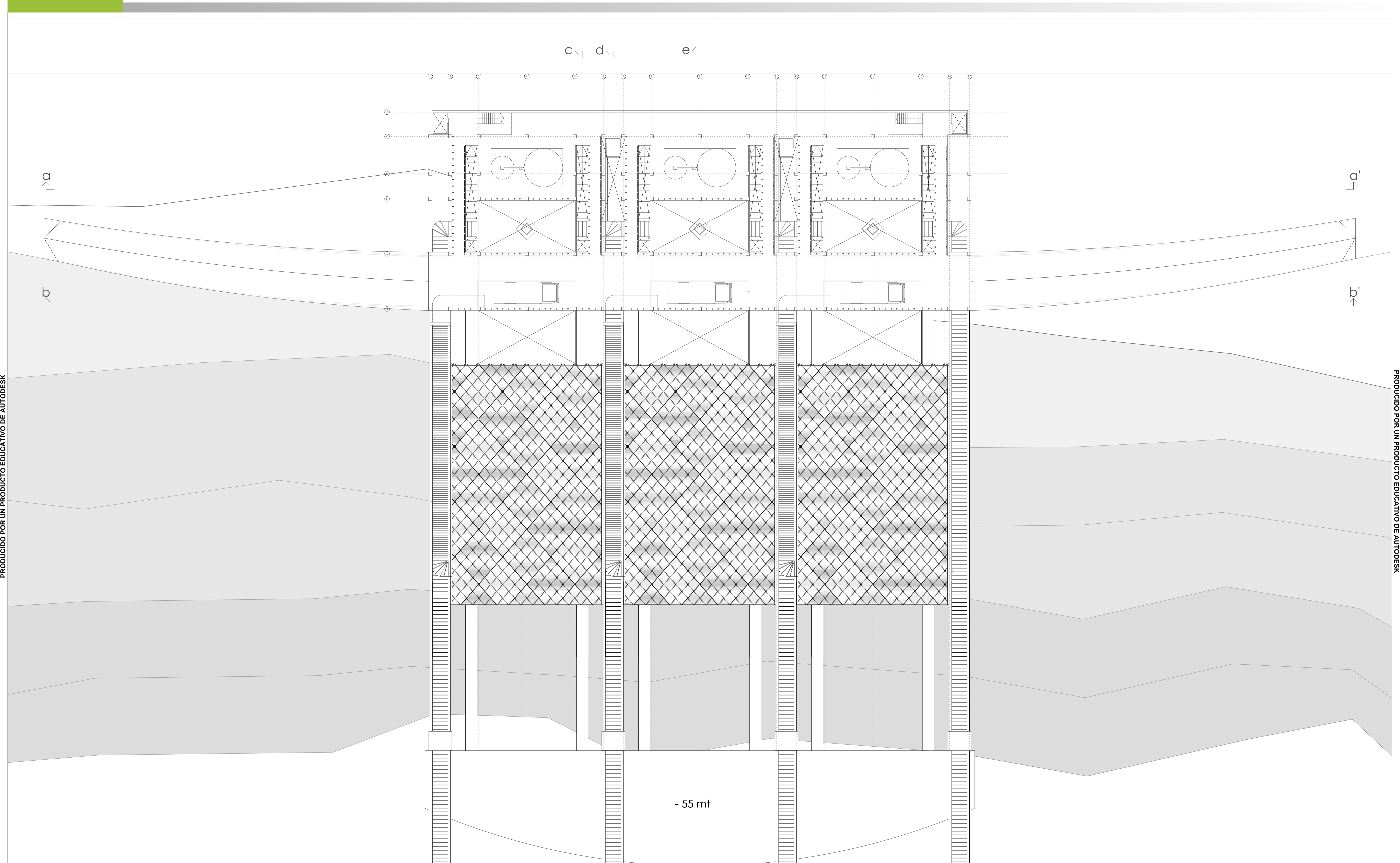
Planta nivel 2

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

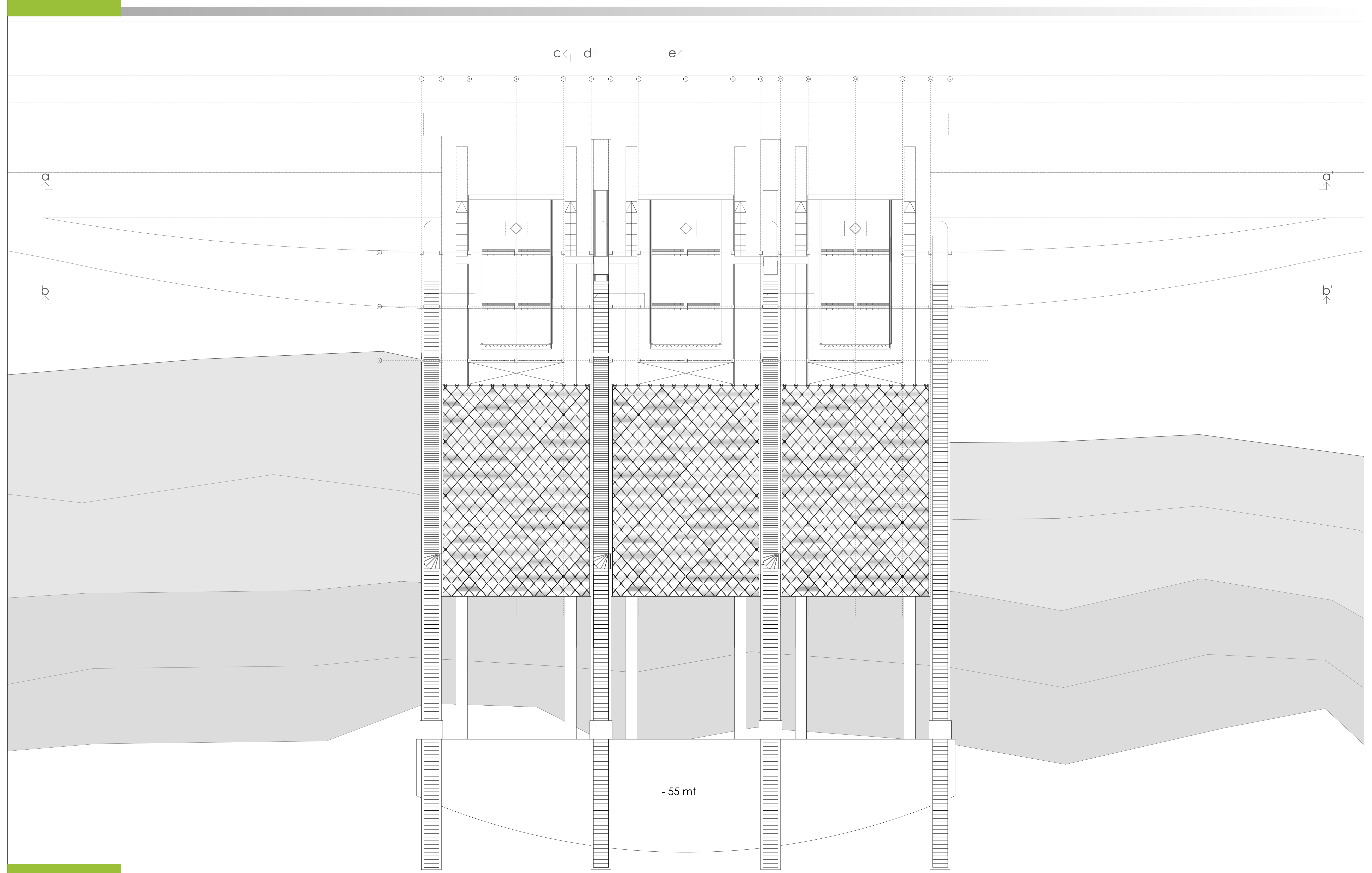
PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK



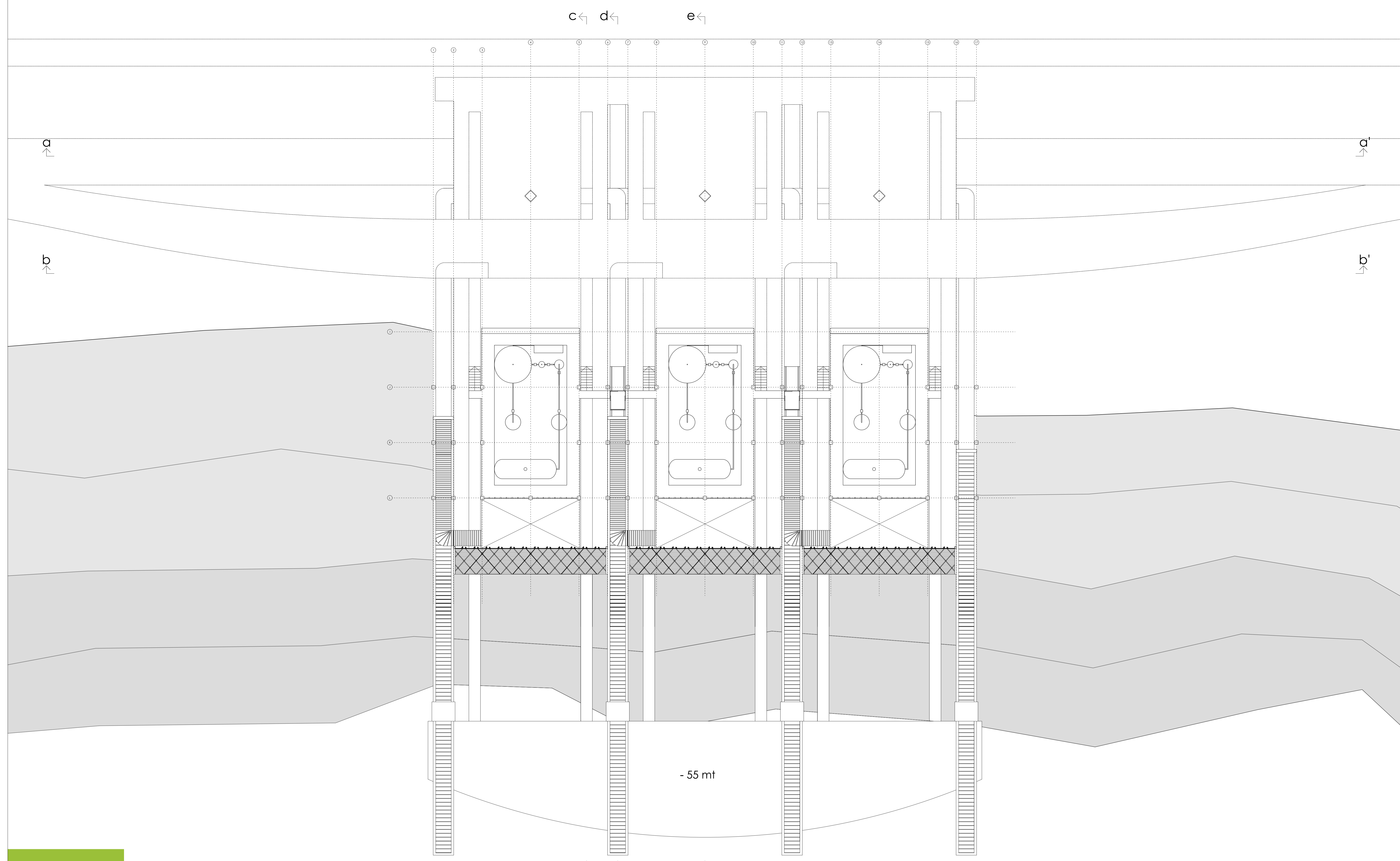
Planta nivel 1



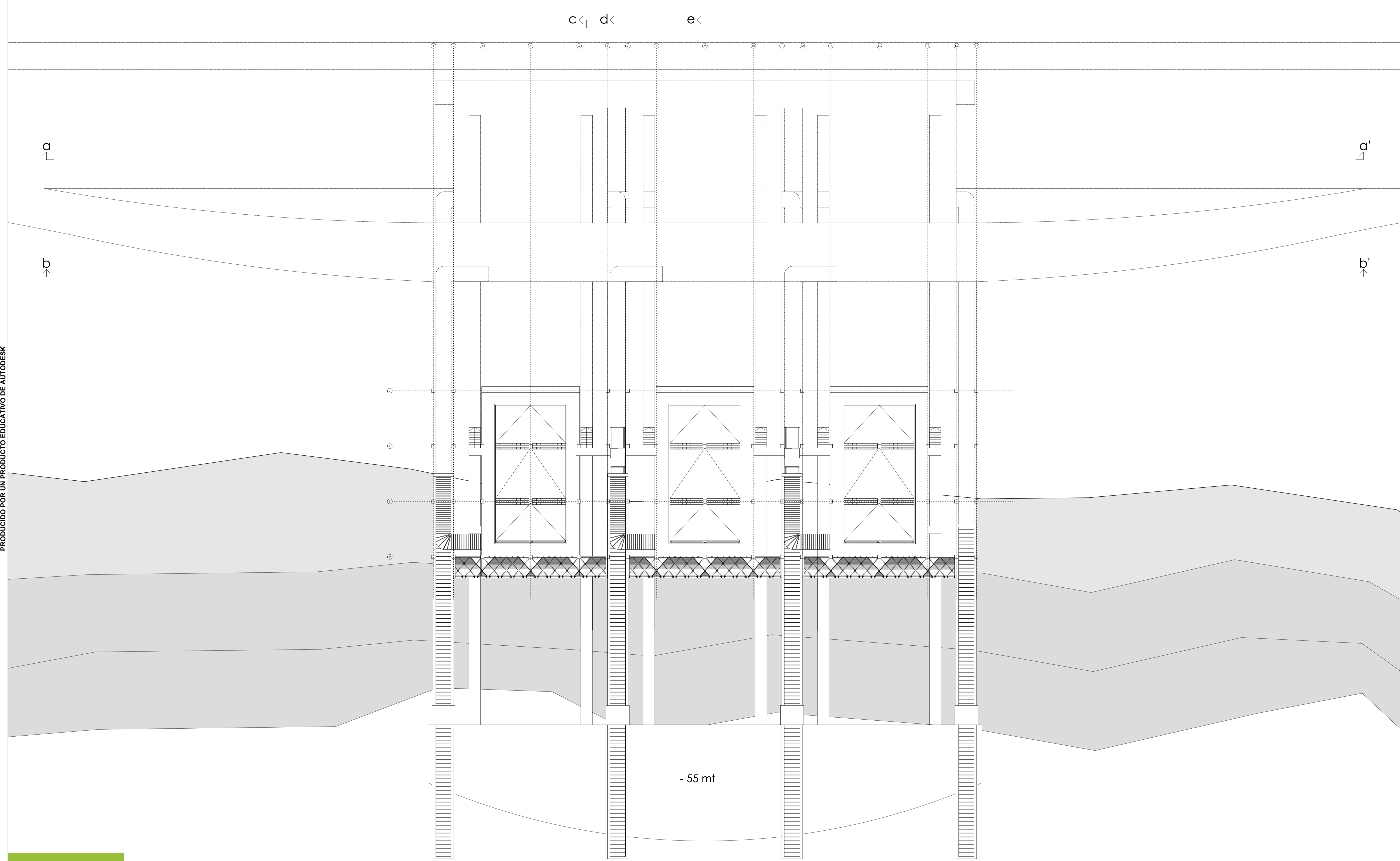
Planta nivel -1



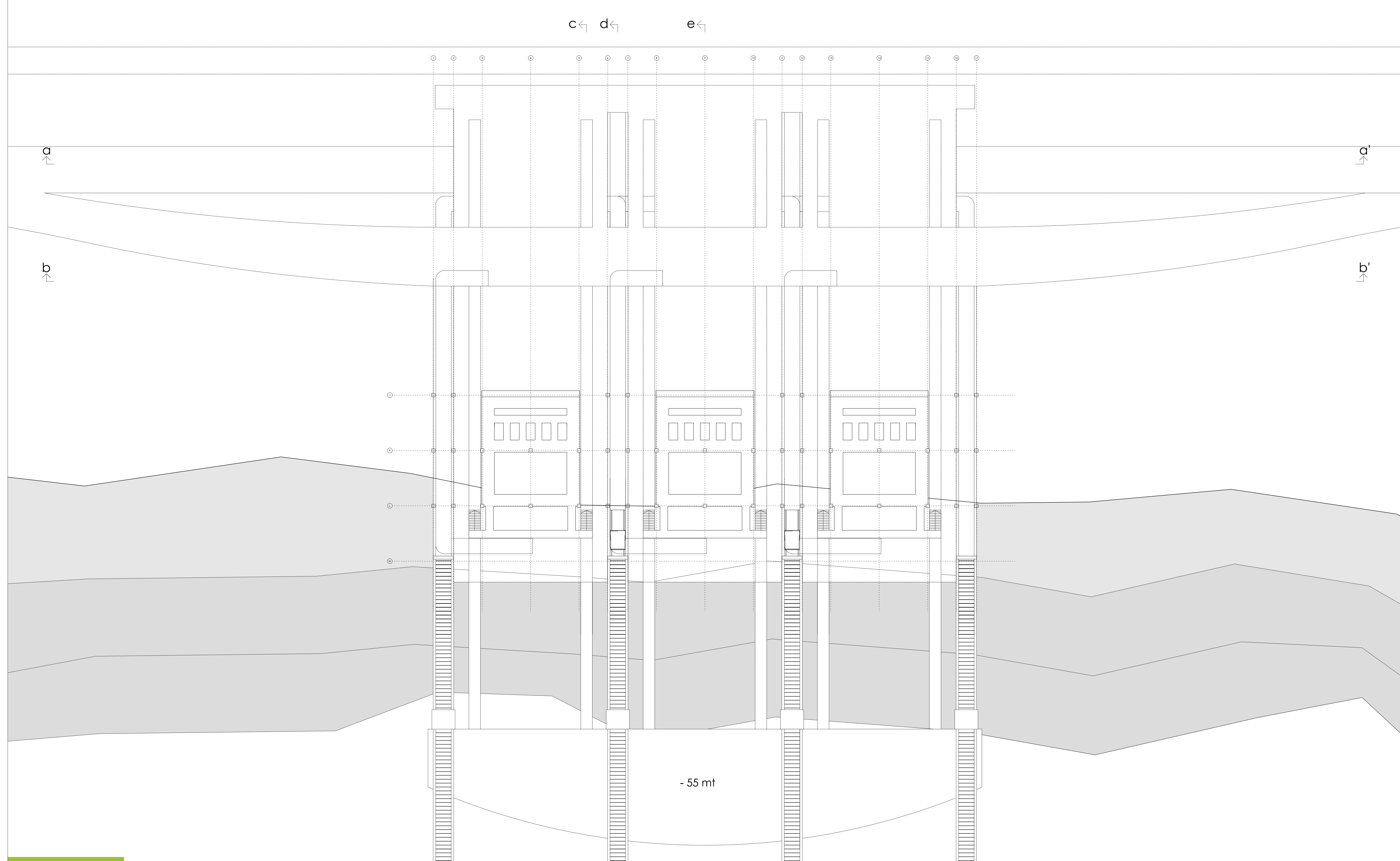
Planta nivel -2



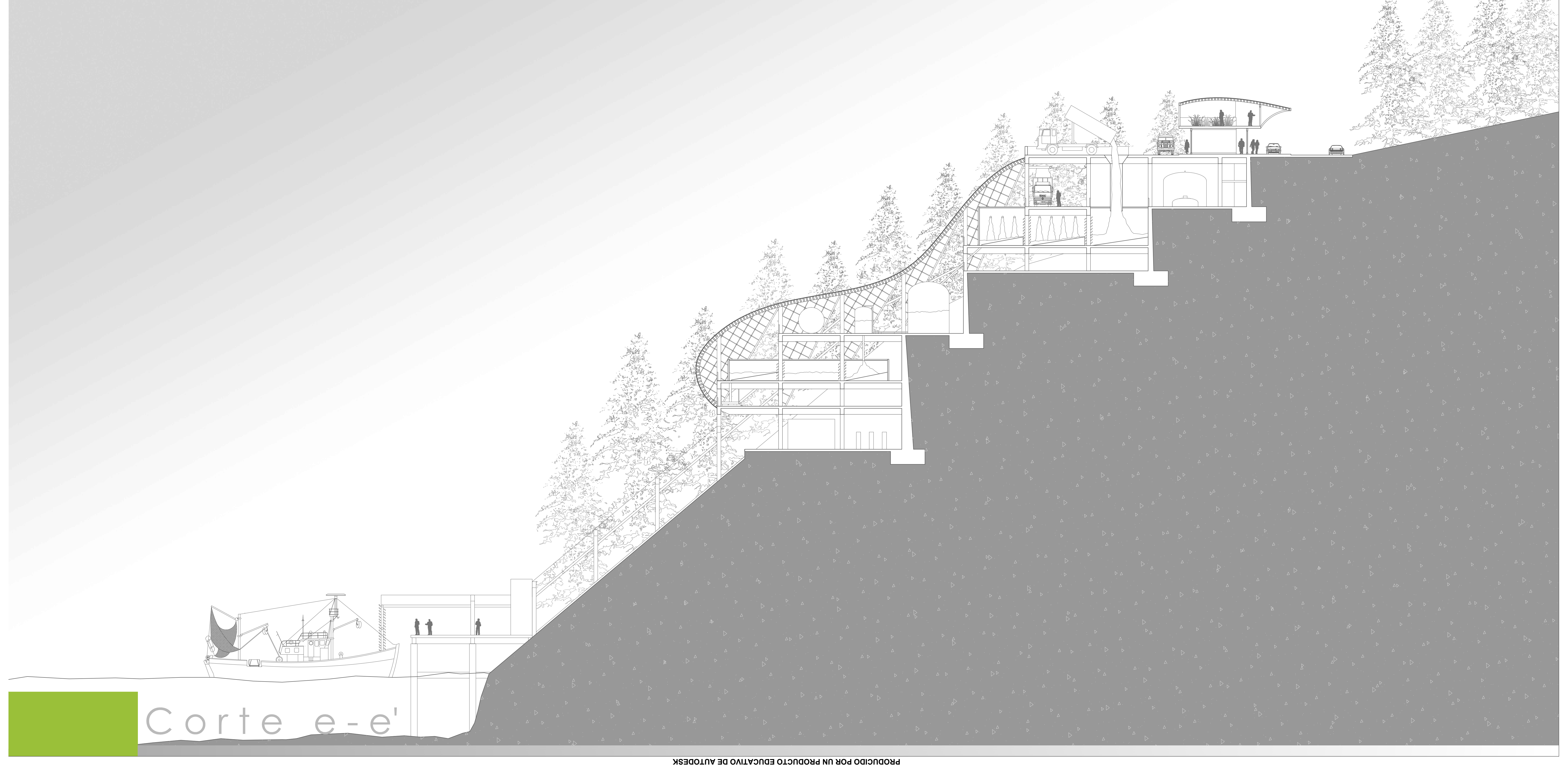
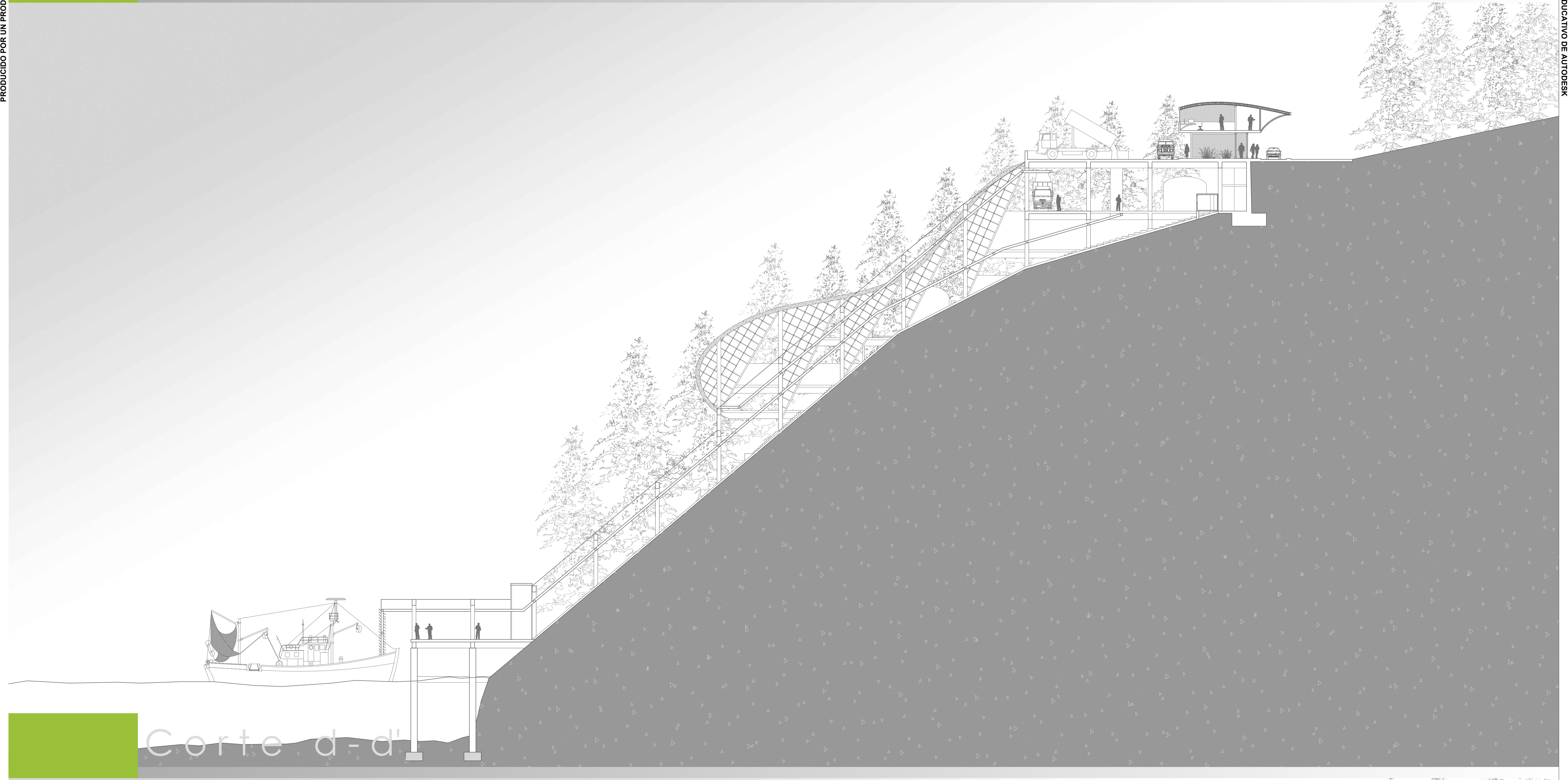
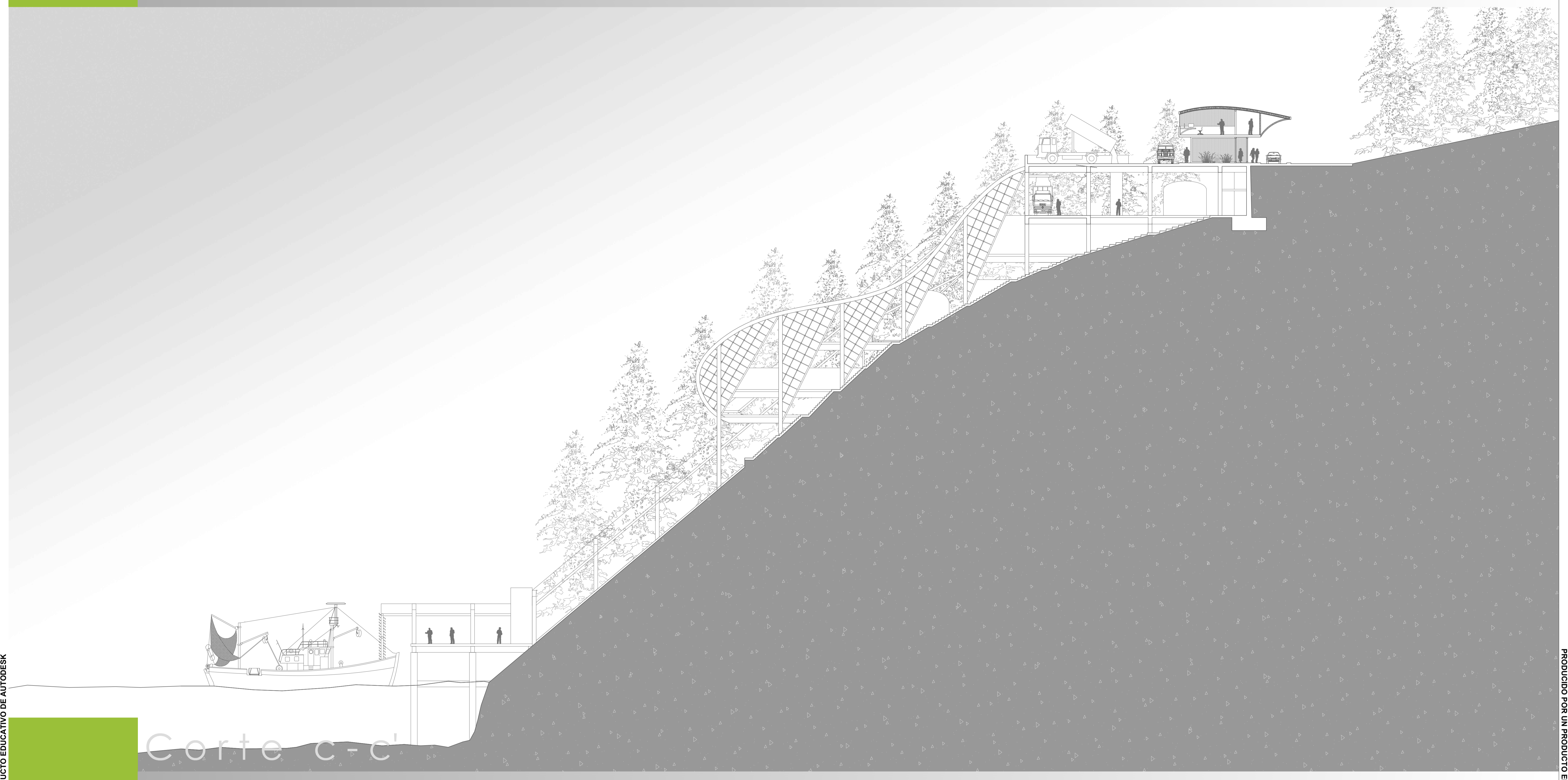
Planta nivel -3

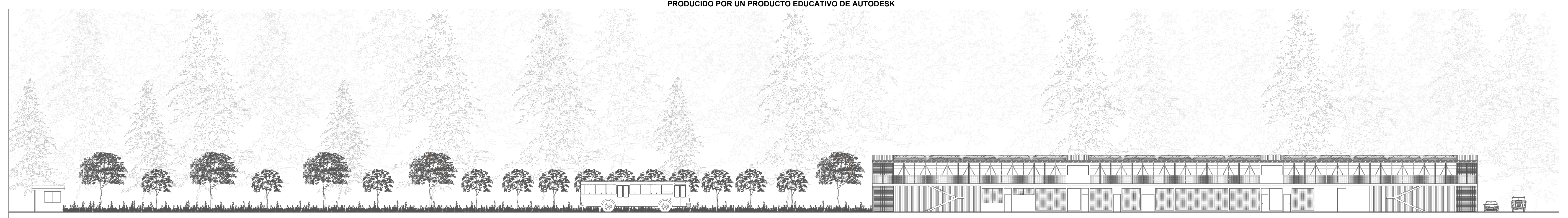


Planta nivel -4



Planta nivel -5

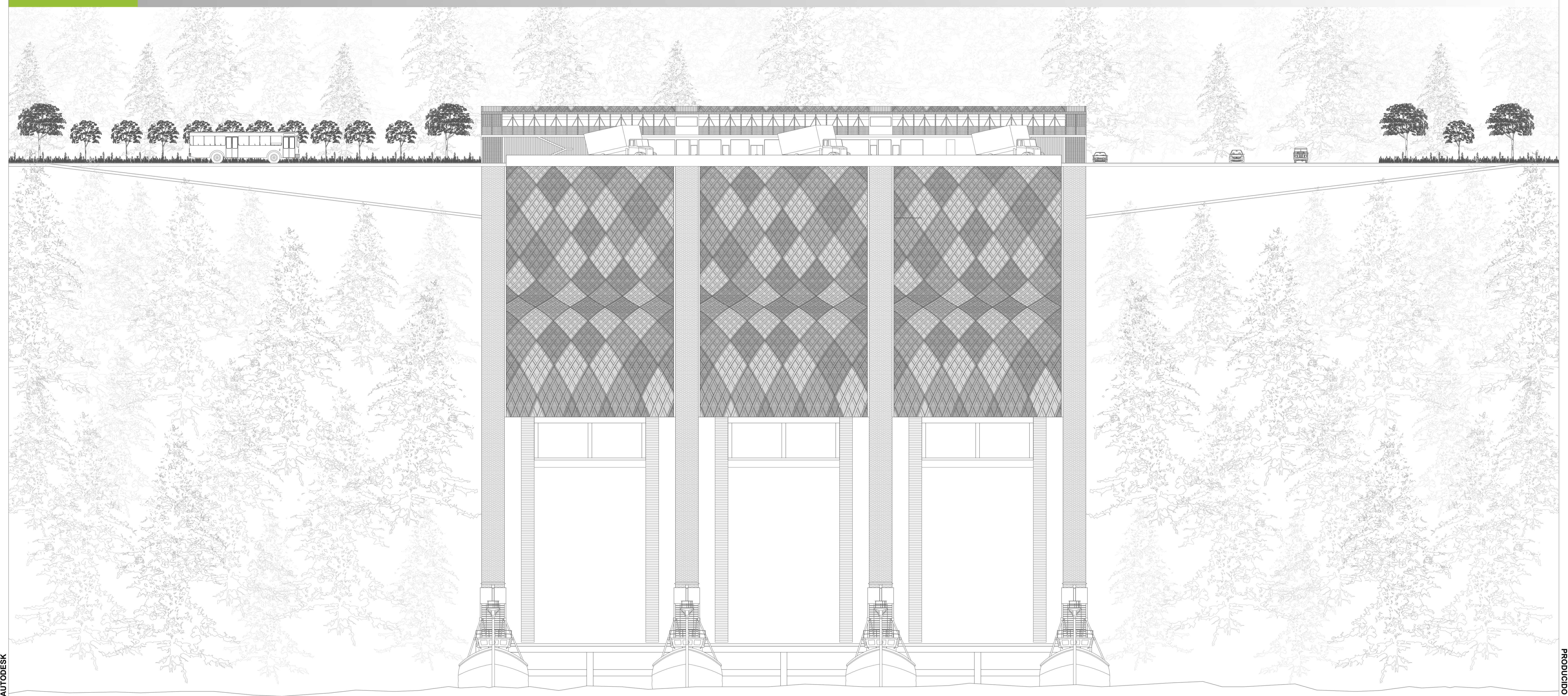




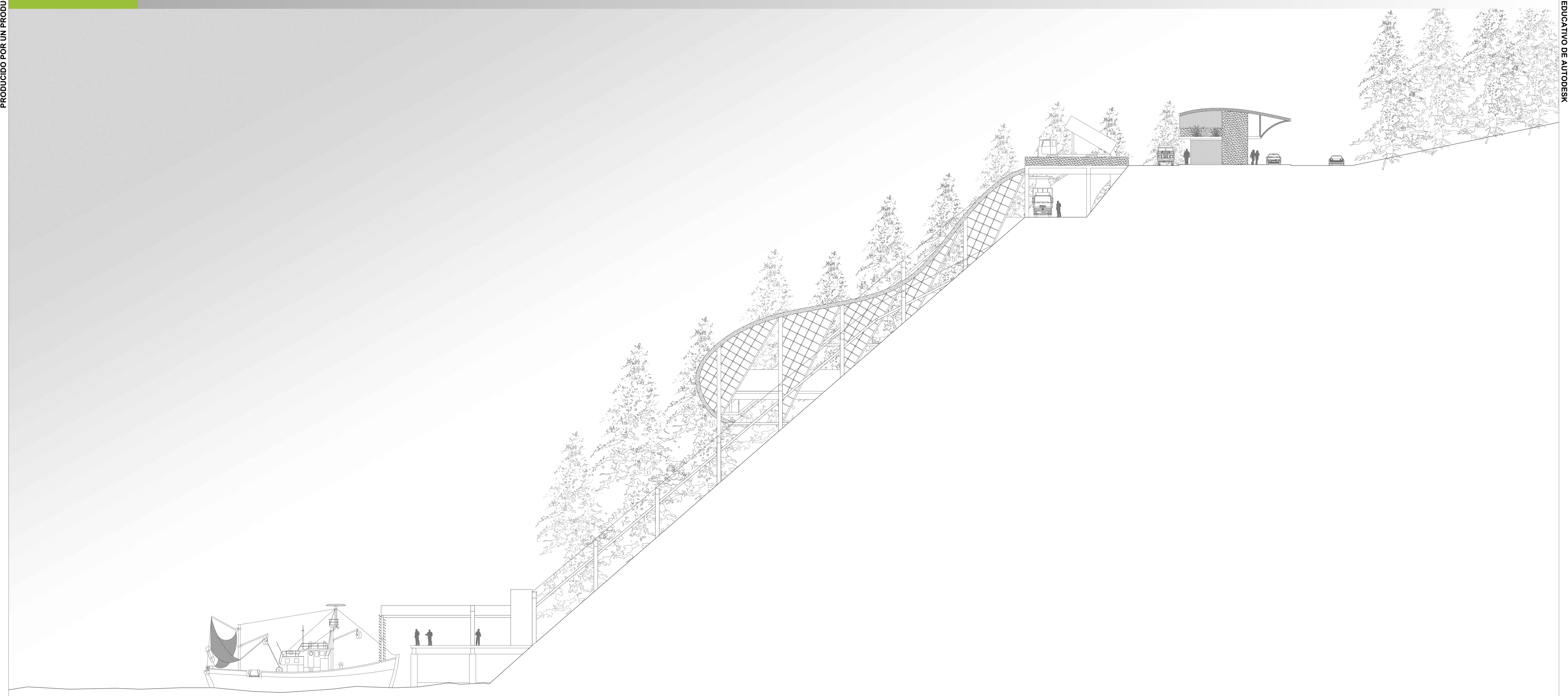
Elevación norte edificio administrativo



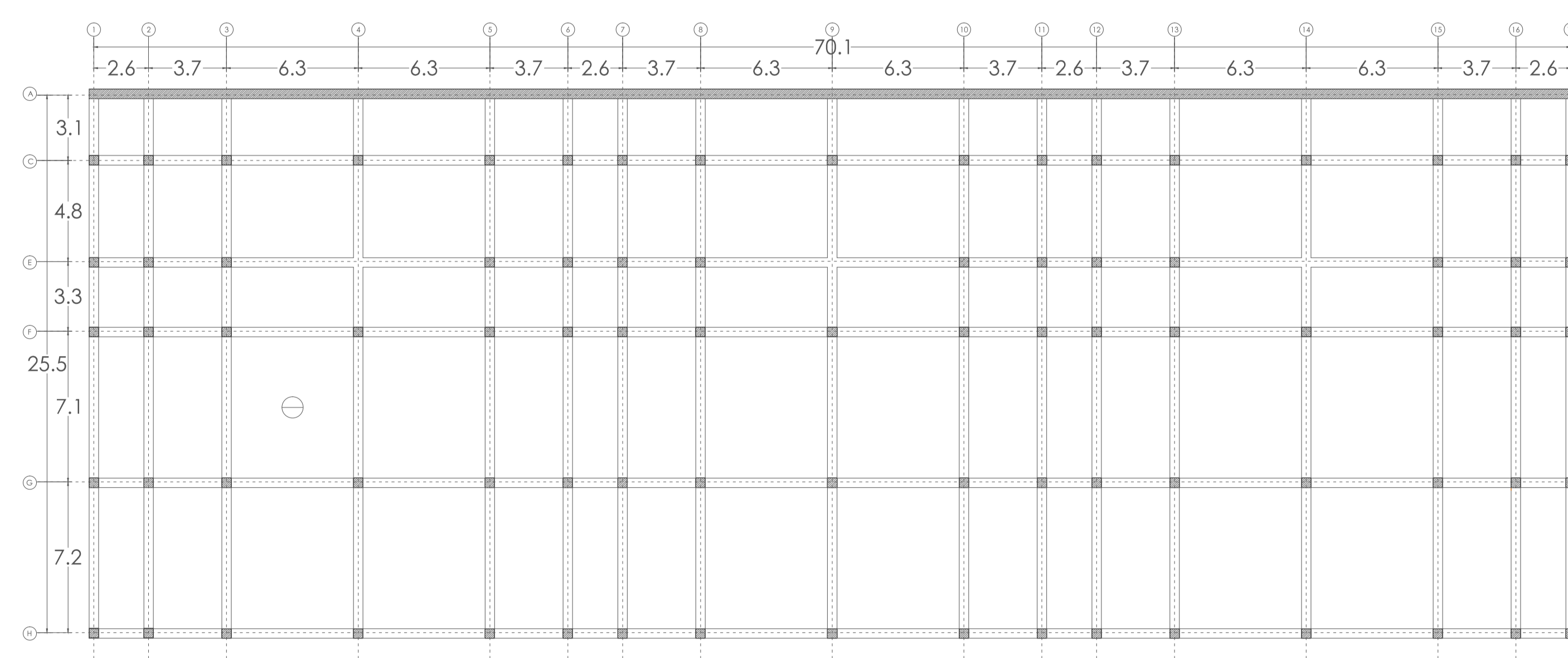
Elevación sur



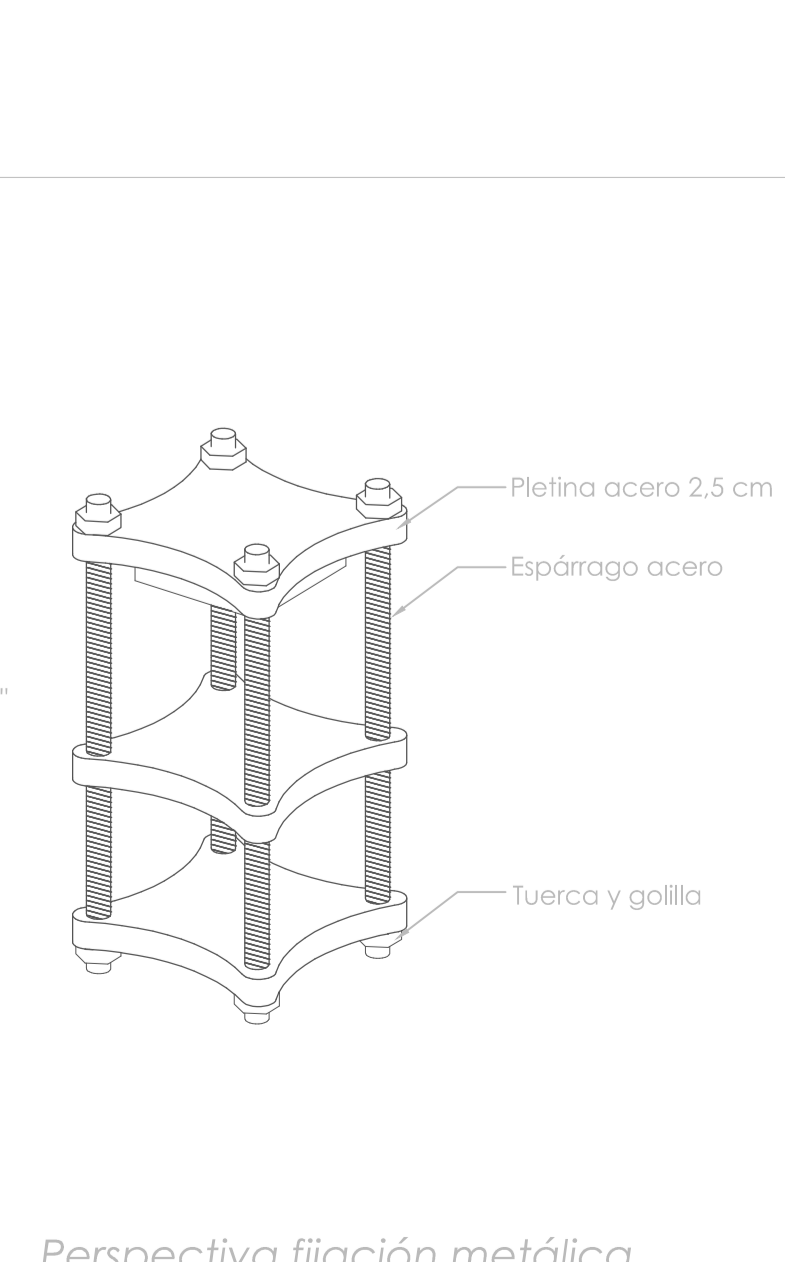
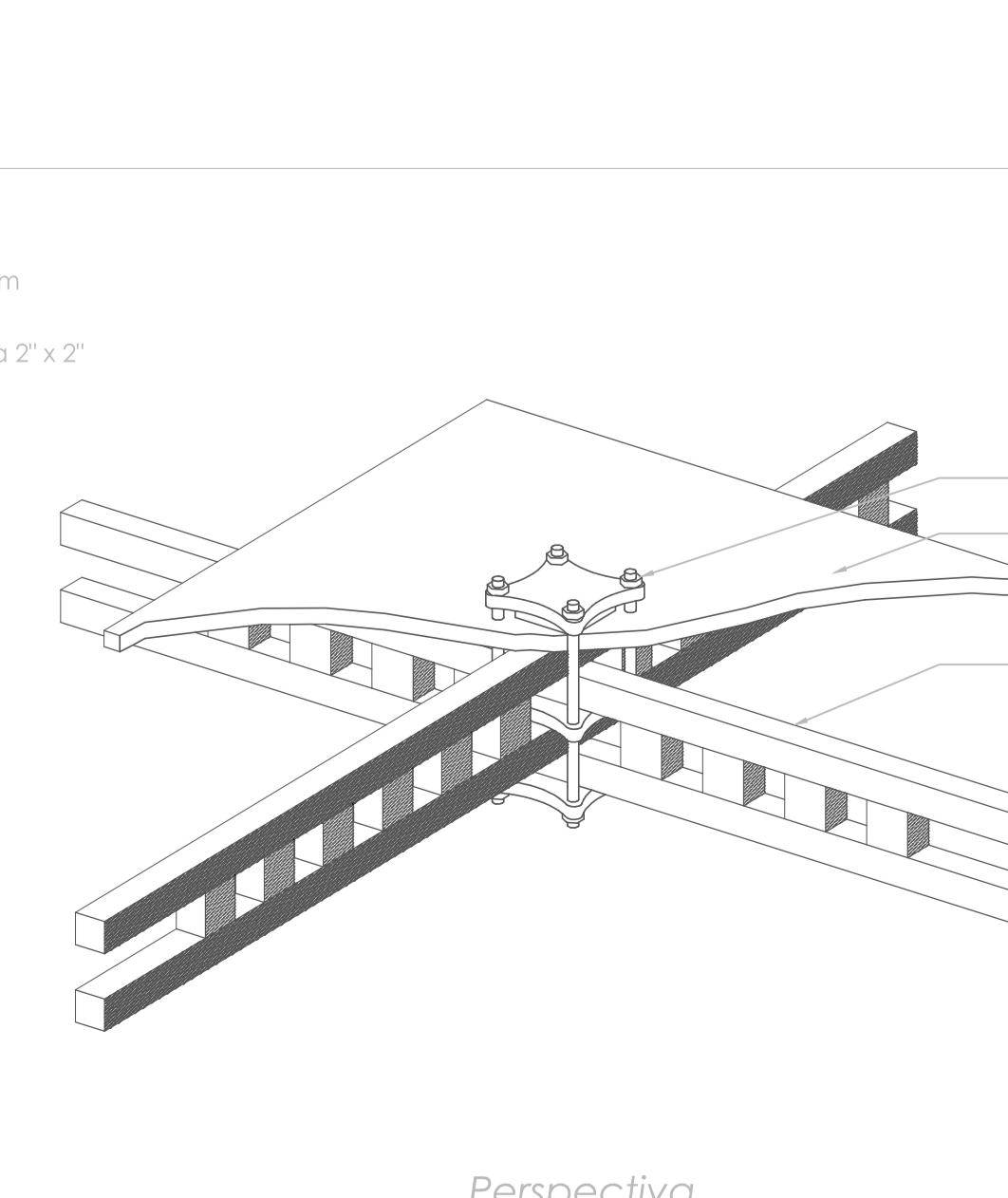
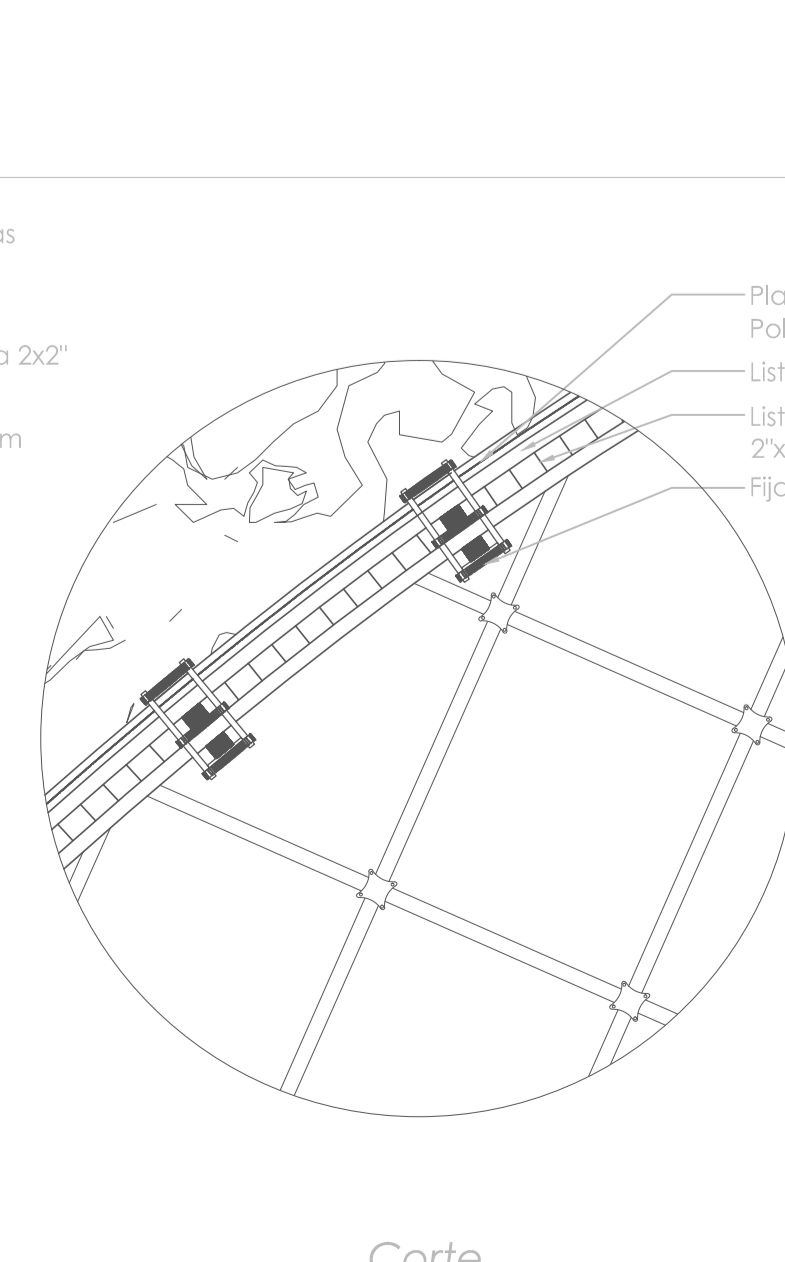
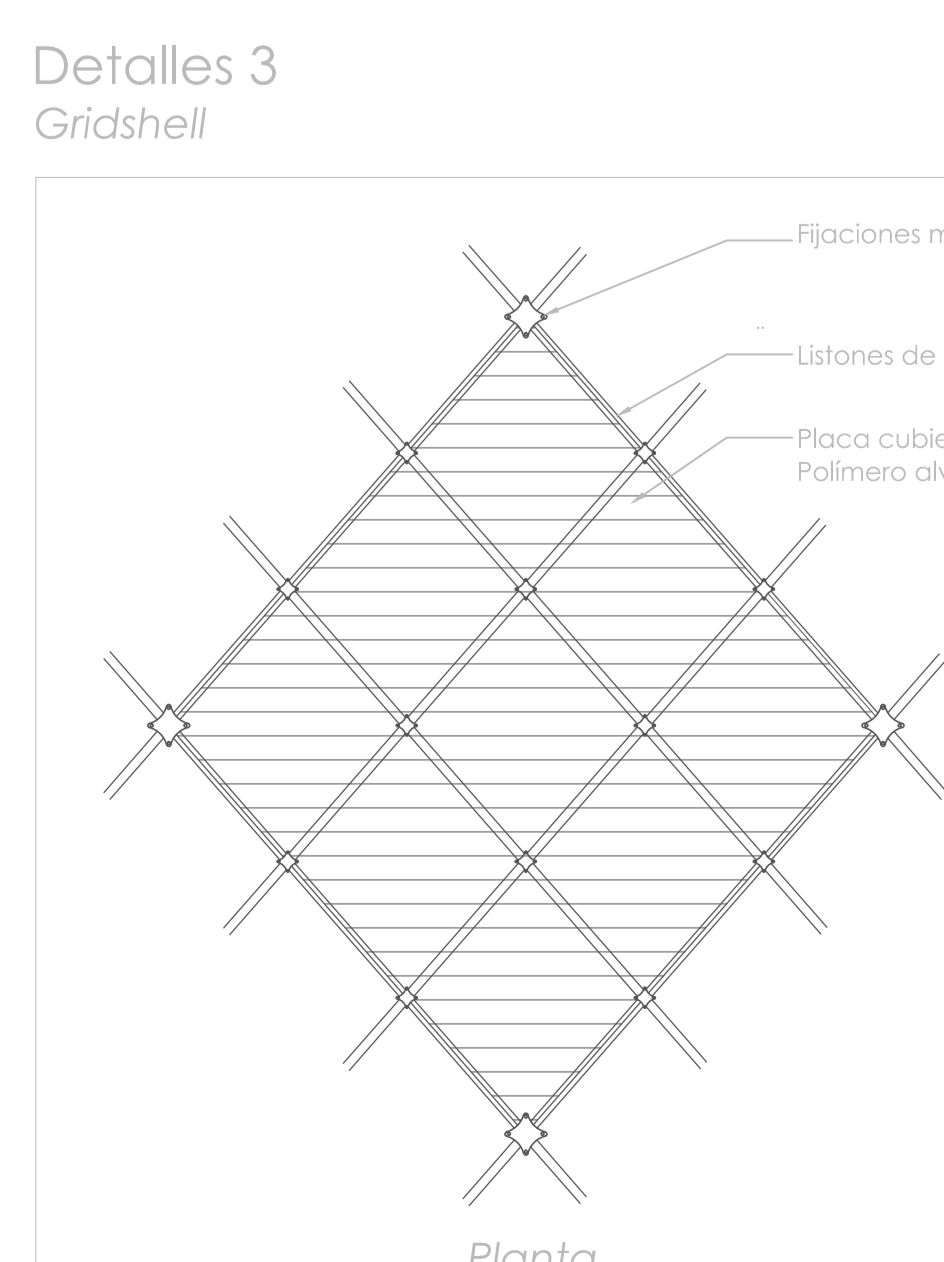
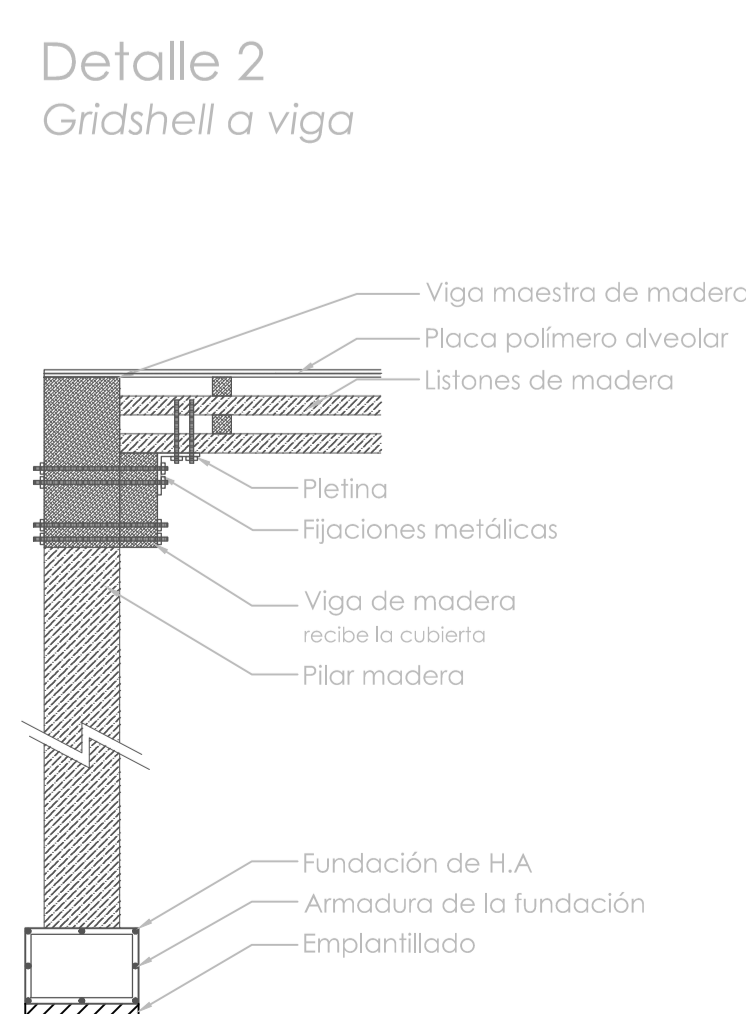
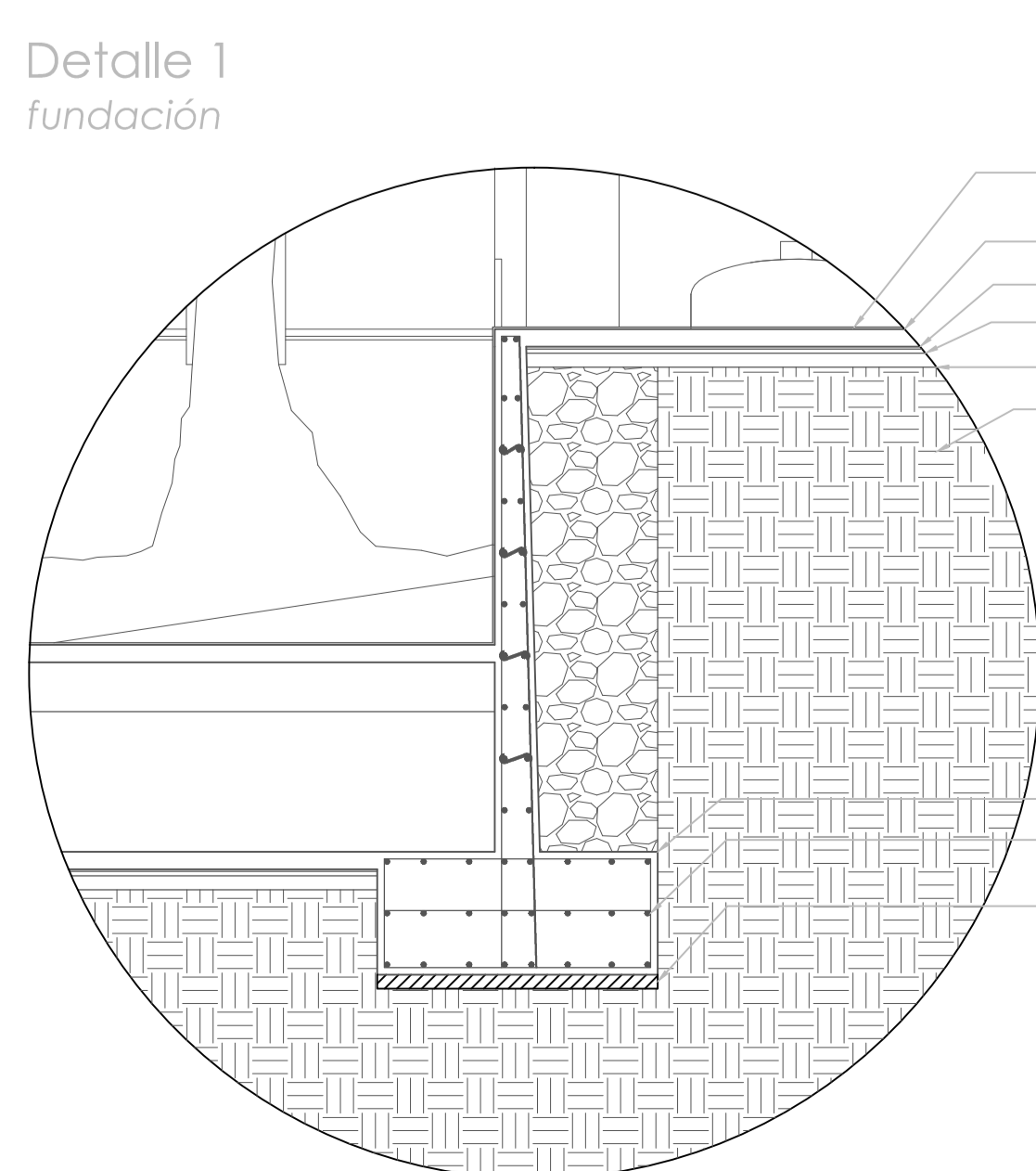
Elevación norte conjunto



Elevación oeste



Planta estructura nivel 1



Detalles constructivos 1:100

PRODUCCION DE BIOGAS CON ALGAS MARINAS

Inicialmente se plantea el objetivo de rescatar recursos naturales residuales que permitan la producción de energía a través de su explotación. De este modo se llega a aprovechar las algas marinas que abundan en las costas chilenas y que actualmente son desechadas.

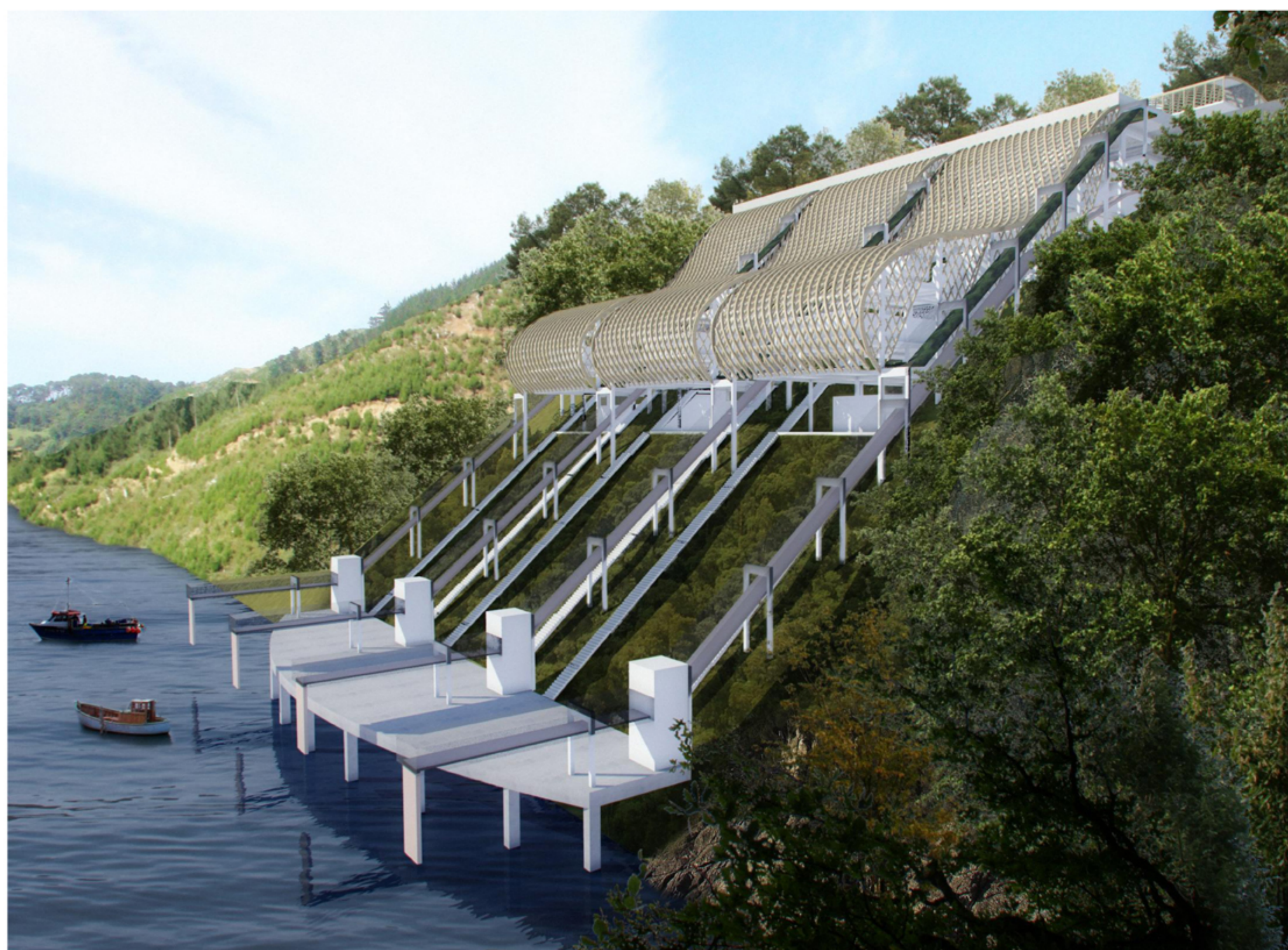
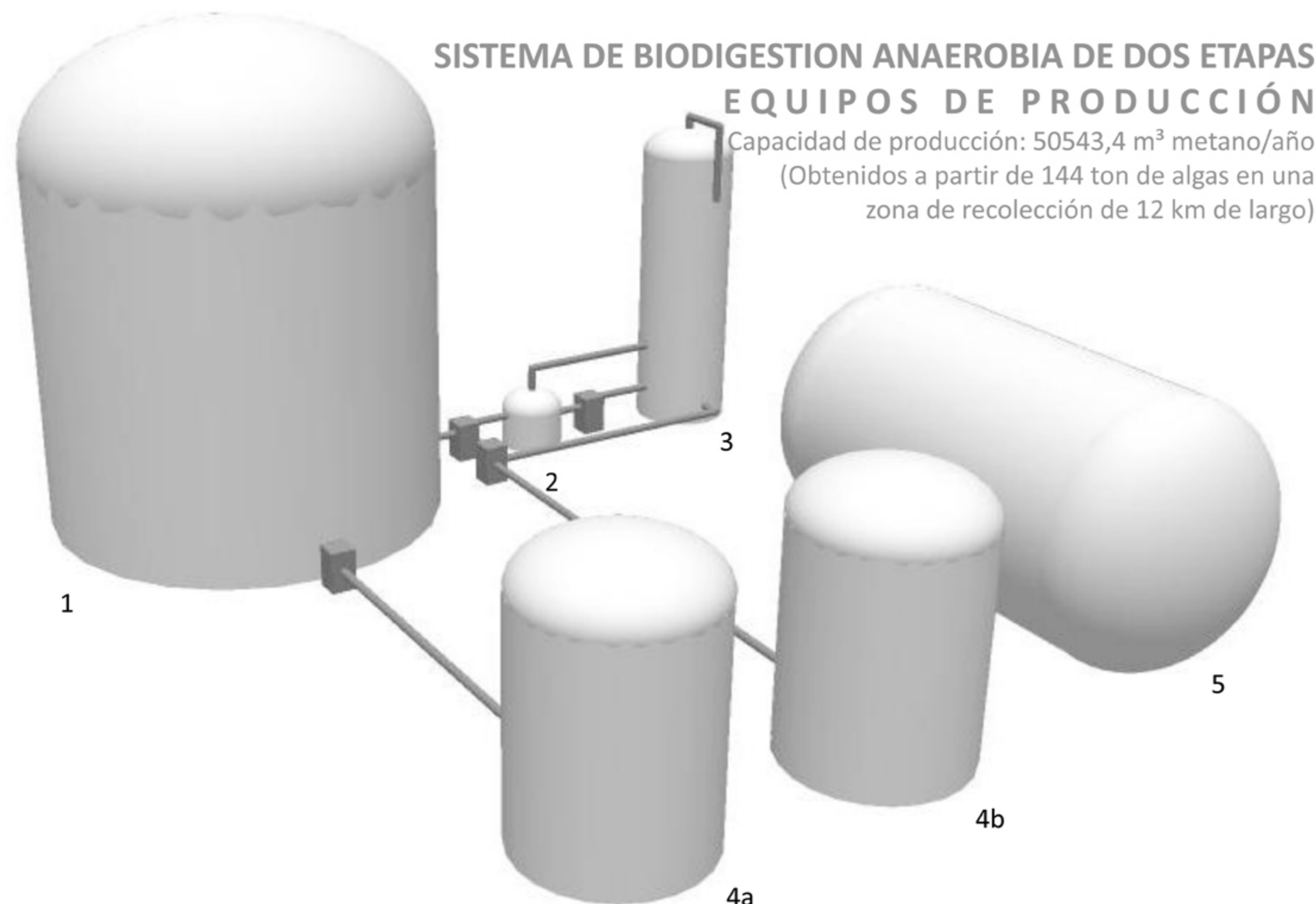
Así es como el proyecto pretende incentivar su utilización, produciendo energía con materias primas residuales que permitan un desarrollo sustentable en nuestro país y teniendo como consecuencia el fomento y progreso de una comunidad costera.

¿Cuáles son las ventajas de la producción de biogás con algas marinas?

La disponibilidad de materia prima de bajo costo, por lo que el costo de su producción es bastante competitivo en el mercado. Además, sus residuos son reutilizables y se puede obtener fertilizantes de alta calidad que se pueden comercializar, ayudando a la financiación del proyecto. En este último aspecto, también es importante indicar que la energía limpia generada se permite ofrecer bonos de carbono.

¿Cómo se genera energía a partir de las algas?

Según investigadores, es posible producir biogás a partir de las algas marinas más comunes en nuestra costa – Durvillaea antártica- gracias al proceso de biodigestión anaerobia. Con este producto inicial, se puede generar energía eléctrica a través del uso de generadores simples.



1. Biodigestor anaerobio

En él se produce la primera reacción química para producir el biogás. Corresponde a un reactor cilíndrico de plástico reforzado con fibra de vidrio de 5 mm de espesor. Su relación de diámetro es de 4,8 m y su altura de 6 m, siendo el más grande de los equipos. En este proceso se obtiene a penas el 30% del biogás total.

2. Estanque equalizador

Su función es neutralizar el pH ácido de la primera etapa para lograr las condiciones de pH neutro que requieren las bacterias metanogénicas en la segunda etapa.

3. Biofiltro anaerobio

Este sistema funciona mediante un crecimiento asistido de los microorganismos y corresponde a la segunda etapa de producción. En este proceso se obtiene el 70% de la producción total de biogás.

4a y 4b. Estanques de acumulación de lodos

Los lodos resultantes de los procesos de fermentación del Biodigestor y del estanque equalizador se acumulan allí para ser utilizados posteriormente como fertilizante.

5. Estanque de almacenamiento de biogás

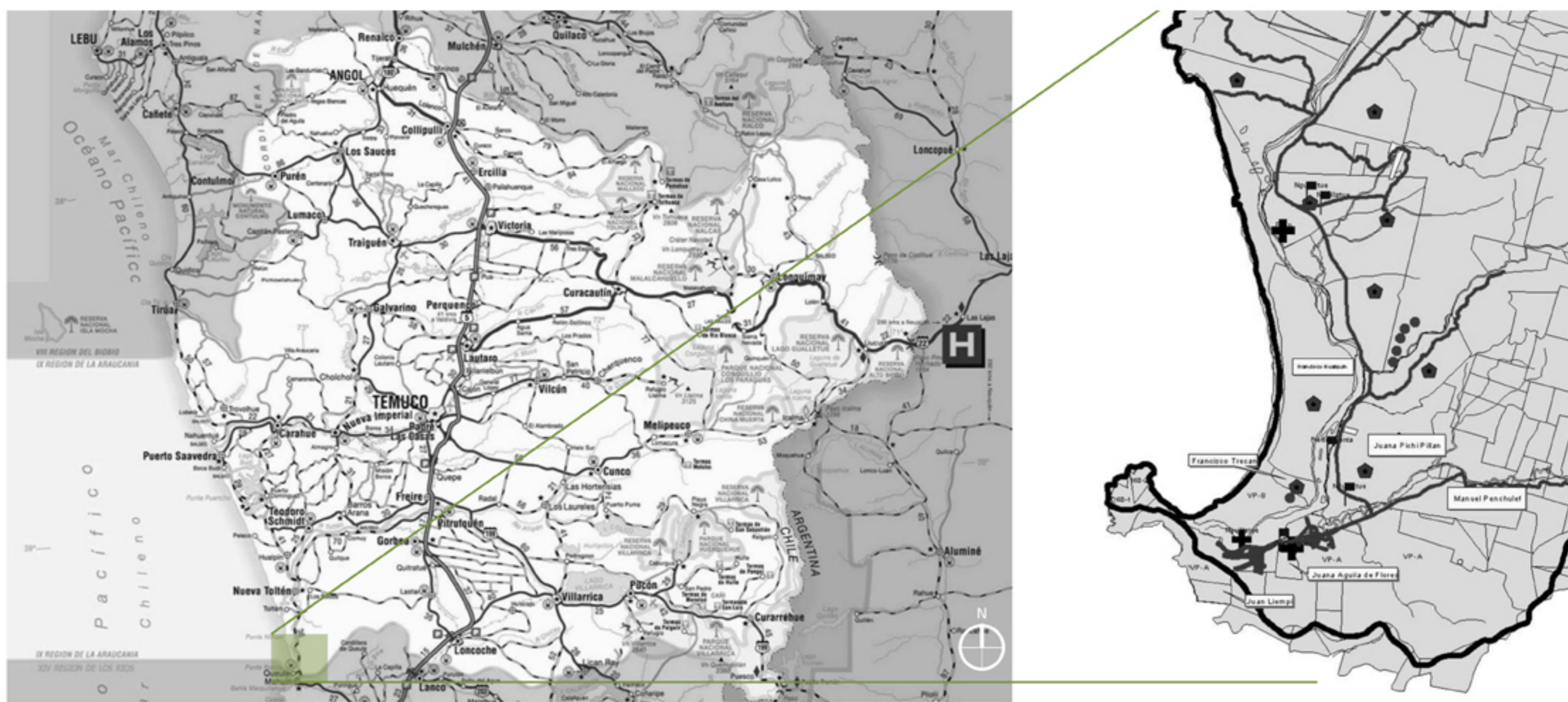
EL LUGAR: INTEGRACIÓN, PRODUCCIÓN Y APLICACIÓN

Comunidades Mapuches Lafkenches; experiencia en recolección de algas

Como su nombre lo indica, la "gente del mar" se concentra principalmente en el territorio costero de la región de La Araucanía, zona en la que cuentan con una mayor organización territorial en comparación con sus pares del bio. La zona cercana al río Toltén presenta una gran cantidad de comunidades que aún mantienen la tradición recolectora y que además presenta pueblos habitados por familias mapuche. Estas familias subsisten principalmente gracias a la extracción y recolección de recursos marinos como las algas.

Caleta Queule, XI región de La Araucanía

En esta pequeña localidad costera ubicada a 130 km al sur-poniente de Temuco habitan aproximadamente 2500 personas. La geografía del lugar es montañosa debido a la presencia de la Cordillera de Mahuidanchi con altura promedio de 500 msn. También destaca la presencia del río Queule cuya importancia radica en la accesibilidad marítima del pueblo, lo que permite un constante movimiento de embarcaciones locales que salen del puerto como de embarcaciones que se acercan a abastecerse a la localidad. La ubicación del proyecto se establece en la zona de mayor producción y recolección de Durvillaea antártica (cochayuyo), considerando además la problemática social y condiciones de vida de la localidad seleccionada.



La ubicación del proyecto se establece en la zona de mayor producción y recolección de Durvillaea antártica (cochayuyo), considerando además la problemática social y condiciones de vida de la localidad seleccionada.



PROBLEMÁTICA DEL LUGAR; necesidades y carencias de la comunidad

Actualmente el suministro eléctrico que recibe la zona de Queule es proporcionado por la empresa Frontel del grupo Saesa. Este último es el segundo mayor distribuidor de electricidad en Chile, abasteciendo a un 26% de la población del país. Sin embargo, el suministro es bastante deficiente, presentando constantes cortes que afectan a la localidad y generan grandes pérdidas considerando que su principal rubro es la extracción de productos marinos que necesitan constante refrigeración.

Por otra parte, el valor de la energía supera con creces al que cualquier otro sistema ofrece a sus consumidores:

EMPRESA DE SUMINISTRO ELECTRICICO	VALOR Kwh (\$)
Frontel	143
Chilectra	104

Como se puede observar, la población de Queule debe pagar por un suministro que es mucho más costoso y deficiente que la competencia.

PROPUESTA: PLANTA DE BIOGÁS PRODUCIDO CON ALGAS MARINAS

El proyecto pretende dar una solución de sustentabilidad energética a Queule, dotando de energía eléctrica a los 2500 habitantes del lugar generada a partir de las algas. De este modo que se pondría fin a los problemas de abastecimiento y a los altos costos que las familias deben pagar por un servicio deficiente. Por otra parte y no menos importante es la generación de fuentes de trabajo e ingresos para las familias de escasos recursos, que al mismo tiempo rescata la cultura propia de los habitantes del lugar.

El "SISTEMA DE BIODIGESTION ANAEROBIA DE DOS ETAPAS" planteado por investigadores de la Facultad de Ingeniería Ambiental de la Universidad Católica de Temuco, la capacidad de generación de un módulo de producción es de 505434 KWh/año, lo que significa 204 hogares con electricidad constante. Si consideramos que por vivienda habitan aproximadamente 4,5 personas, esto corresponde a 918 personas lo que equivale a 36,7% del total de habitantes de Queule.

Por lo tanto, se triplica la zona de recolección inicial para lograr cubrir las necesidades de toda la población, obteniendo los siguientes resultados:

- a. Energía eléctrica disponible: 3 (505434 KWh/año) = **1516302 KWh/año**
- b. Casas abastecidas: 3 (204 casas/año) = **612 casas / año**
- c. Numero de personas: 4,5 * (612 casas) = **2754 personas**

Producción Dinámica

Las características del terreno son condicionantes fundamentales del proyecto; por una parte los terrenos disponibles son escasos, ya que la mayoría pertenece a comunidades indígenas, por lo que su uso es limitado. La geografía predominante del lugar resulta favorable para realizar un proceso dinámico de la producción del biogás y así tener una planta sustentable en el tiempo. Finalmente, la importancia de la accesibilidad terrestre y marítima que el sector tenga, ya que las materias primas deben ser trasladadas por estos medios.

Partido general

Debido al contenido explosivo del proyecto, se opta por utilizar una envolvente que permita una constante ventilación. Para esto, se rescata un elemento característico del lugar, que son las redes de pesca, de modo que esta red cubra y unifique los distintos niveles de la planta.

GRIDSHELL; SISTEMA CONSTRUCTIVO Y ESTRUCTURAL

Para obtener un resultado que se asemeje a una red, se opta por utilizar una cubierta de gridshell, la que permite la reutilización de los mismos materiales presentes en el lugar.

Este sistema se obtiene a través de la curvatura de una retícula o cuadrícula en este caso de madera, de fácil curvatura que se adapta a la forma deseada.

