

HIBRIDACIÓN PROGRAMÁTICA INDUSTRIAL EN CONTEXTOS URBANOS PARQUE DE TERMOVALORIZACIÓN RENCA



FACULTAD DE
ARQUITECTURA
Y URBANISMO
UNIVERSIDAD DE CHILE

Memoria Proyecto de Título
Renato Leyton
Profesor Guía Gabriela Manzi

2019

A mi familia y amigos.

01_INTRODUCCIÓN

Motivaciones, abstract y contenidos



Fig. 1 Basura Río Mapocho_ Plataforma Urbana, 2016

Motivaciones.

La profesión de arquitecto conjuga un compendio entre creatividad, conocimiento y técnicas, lo que la propone una disciplina que abarca un amplio espectro de destrezas y tareas a desarrollar. Estas pueden llevarse a cabo en el ámbito público o privado, siempre con un impacto tangible en la sociedad y el entorno urbano.

Tener esta responsabilidad de colaborar con el desarrollo social de las ciudades, mejorando la calidad de vida de las personas, hace de la arquitectura una herramienta muy sensible en elementos de gran escala.

A lo largo de la carrera se han desarrollado diversos proyectos a distintas escalas, siendo la escala humana predominante en los ejercicios de. Siempre existió el interés de poder atreverse a desarrollar un programa con magnitudes y escalas más grandes, como podría ser una industria o un programa masivo, solo para evidenciar los desafíos a superar en torno al diseño, desarrollo y aplicación de un proyecto de arquitectura.

Las implicancias que tendría el desarrollo de un proyecto de escala metropolitana, son las que mueven este proyecto en búsqueda de hacerse cargo de un pedazo de la sociedad, buscando influir de manera positiva al entorno urbano, todo esto a través de esta herramienta tan sensible llamada Arquitectura.

Abstract.

En Chile se presenta una escasez de métodos de recuperación eficiente de los residuos sólidos domiciliarios, siendo los vertederos y rellenos sanitarios los principales destinos de todo tipo de residuo generado en el país. La OCDE postula que Chile es el segundo país que más basura envía a rellenos sanitarios del mundo, solo superados por Turquía. Continuar acopiando la basura dejó de ser la manera más eficiente de manejar los residuo, por ende, hay que analizar otras alternativas. En el caso chileno, el perfil de reciclaje pasivo existente en el país, es decir, sin reciclaje en primera línea, desde los hogares de cada habitante, hacen que el impacto de este reciclaje sea meramente simbólico. Por ende la termovalorización asoma como una alternativa al manejo de estos residuos.

Del territorio nacional, se elige la región Metropolitana, por producir anualmente cerca de un 43% de los residuos nacionales, donde los rellenos sanitarios existentes actualmente presentan una situación de crisis ambiental.

Como desafío adicional, se busca tomar un terreno urbano para el proyecto, en búsqueda de posicionar esta industria en un terreno desafiante aprovechando las facilidades tecnológicas y ahorro de costos de transporte que hoy hacen más viable un proyecto de termovalorización.

Tomando como base la elección del "Waste To Energy" como un programa industrial, el desafío supone hibridar un programa complementario, rescatando las características del sector escogido, el cual cuenta con una ubicación estratégica tanto a nivel local, como metropolitano. Por ende un programa masivo y de gran escala como un parque ecológico, donde el esparcimiento y la entretención al aire libre conviven con el reciclaje y el aprovechamiento de nuestros residuos.

El complejo, compuesto por dos calderas con capacidad de proporcionar energía eléctrica y posible calefacción a aproximadamente 30.000 viviendas, se hará cargo de los residuos domiciliarios de las comunas aledañas, generando energía para autosustentarse y proporcionando un pulmón verde a una comuna con una fuerte carga industrial, ubicado a las espaldas del río mapocho, que carece de sectores de este tipo. Así mismo, programas complementarios conectan ambos, industria y parque, apoyado además, con un centro educativos para la innovación tecnológica en el ámbito del reciclaje y manejo de residuos.

Contenidos.

01_INTRODUCCIÓN	5
Motivaciones.	7
Abstract.	8
Contenidos.	10
02_PROBLEMÁTICA	13
El manejo de la basura y su incierto futuro.	14
Implicancias del relleno sanitario en el medioambiente urbano y climático.	20
Alternativas a rellenos sanitarios y vertederos.	22
03_TEMA	25
Implicancias de insertar una industria en un contexto urbano.	26
Casos de éxito en plantas de Termovalorización.	28
ARC Amager Bakke / Copenhill y la Hibridación Activa	28
Splittelau / Viena y la Hibridación Pasiva	31
04_CASO	33
"Waste to Energy" como solución probada en el marco internacional.	34
Caso West Palm Beach WTE como referente tecnológico	39
Termovalorización como solución a nivel metropolitano	42
Oportunidades de regeneración urbana gracias a un WTE metropolitano	44

05_LUGAR	47
Configuración del Terreno	49
Producción de Energía y sus requerimientos programáticos	52
Recepción de Residuos	55
Generación de Energía	56
Control de emisiones gaseosas y tratamiento de residuos sólidos	57
Impacto urbano y beneficios proyectados	60
Sustentabilidad	60
Mitigación Vial	61
Financiamiento	62
06_ANTEPROYECTO	65
Estrategias de Diseño	66
Propuesta Programática	74
Estructura y Materialidad	77
07_AVANCE PROYECTUAL	79
08_CIERRE	91
Comentarios Finales	92
Bibliografía	94
Normativa Consultada	97
Listado de Figuras	98

02_PROBLEMÁTICA

Crisis del manejo residuos sólidos urbanos

El manejo de la basura y su incierto futuro.

Un habitante promedio produce de 1 a 3 kilogramos diarios de basura¹, dependiendo del nivel de desarrollo de cada nación, generando un estimado de 2 billones de toneladas por año en el planeta, donde se estima que sólo la mitad de estos residuos va a un destino controlado y el resto acaba siendo depositado en basurales, vertederos y océanos. Si nos referimos a los desechos controlados, estos son responsables de generar gran parte de los gases de efecto invernadero en el planeta. La gestión inadecuada de la basura se ha convertido en uno de los mayores problemas medioambientales, sanitarios y económicos de todo el mundo, donde cada año se generan a nivel mundial entre 7.000 y 10.000 millones de toneladas de residuos.²

“El metano (CH₄), el segundo gas de efecto invernadero (GHG) más importante producido por el hombre después del dióxido de carbono (CO₂), es responsable de más de un tercio del forzamiento del cambio climático antropogénico. Es además el segundo GHG más abundante, siendo responsable del 14 por ciento de las emisiones a nivel mundial. El metano es considerado un “forzador climático a corto plazo”, lo que significa que tiene un tiempo de vida relativamente corto en la atmósfera, aproximadamente 12 años. Aunque el metano permanece en la atmósfera por un período de tiempo más corto y es emitido en cantidades más pequeñas que el CO₂, su potencial para atrapar el calor

1 (La Tercera, 2016)

2 (Profesional, 2015)

en la atmósfera, llamado su “potencial de calentamiento global”, es 21 veces mayor que el CO2 .³

Históricamente se ha utilizado el depósito en vertederos como herramienta principal de asentamiento de residuos. No obstante, en países desarrollados se ha instaurado desde hace mucho tiempo una tendencia global de innovar en una gestión más eficiente y limpia de este proceso, conocida como “Termovalorización”.

En Chile, como el resto de América Latina, se presenta una escasez de métodos de recuperación eficiente de estos residuos, siendo vertederos, basurales y rellenos sanitarios los principales destinos de los desechos generados en el país. La OCDE⁴ postula de sus países miembros, Turquía es el país que más basura envía a rellenos sanitarios, siendo Chile el que ocupa el segundo lugar.⁵

Actualmente existen 149 recintos conocidos como sitios en los que se dispone la basura. De estos, solo 48 corresponden a rellenos sanitarios operativos y en correcto funcionamiento. Es decir, solamente un 32% cumple con las normas de reglamento sanitario.⁶

Dado que la Región Metropolitana concentra la mitad de la población nacional, no sorprende que también presente el 50% de la generación

3 (GlobalMethane.org, 2011)

4 Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos

5 (OCDE, 2016)

6 (Yévenes, 2012)

de desechos a nivel país. Este porcentaje supera los 3 millones de toneladas al año solamente de residuos sólidos domiciliarios. De estos, el 98% se dispone en tres rellenos sanitarios: Santa Marta, Santiago Poniente y KDM, y el 2% restante en el vertedero Popeta que cuenta con autorización sanitaria.⁷A esto se le suman aproximadamente 65 vertederos ilegales, que ocupan un total aproximado de 400 hectáreas repartidas a lo largo de 7 comunas de la provincia de Santiago.

⁷ (Pöyry,EBP, 2018, pág. 14)

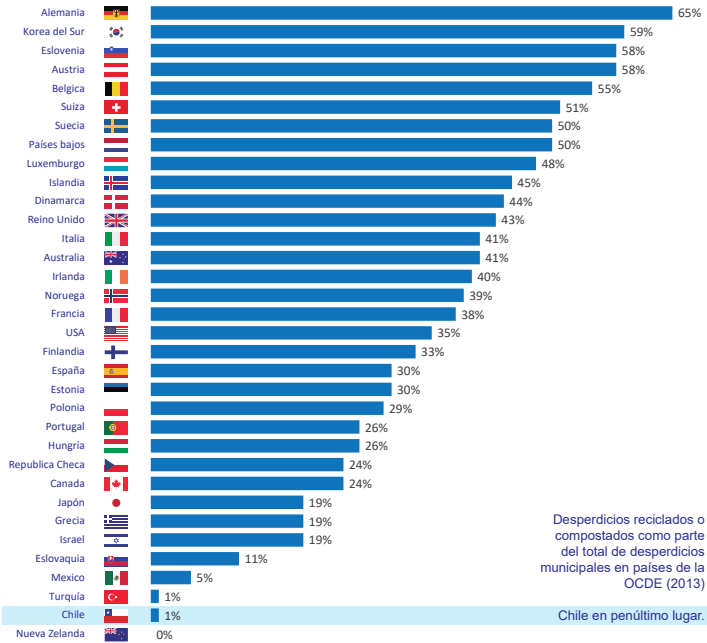


Fig 2. Carrera del reciclaje_OCDE, 2013

RELLENOS SANITARIOS

Hay 4 rellenos sanitarios en la Región Metropolitana; tres de ellos en sectores aledaños a Santiago, y uno ubicado hacia el norte, en la comuna de Tiltil.



Fig. 3 Elaboración Propia con datos de Google Earth



Fig. 4 Elaboración Propia con datos de Seremi Metropolitana de Medio Ambiente

Implicancias del relleno sanitario en el medioambiente urbano y climático.

El principal problema de los vertederos recae en limitarse a disponer los residuos en una extensión de terreno para su descomposición. Los tres grandes grupos de basura comparten estas extensiones de terreno: basura orgánica, que corresponde a residuos orgánicos y degradables; basura inorgánica, formada por minerales y productos sintéticos no degradables; y basura sanitaria, principalmente materiales médicos, papel higiénico y toallas sanitarias.

La implicancia de mezclar todos estos tipos de residuos es que se genera una contaminación exponencial del aire, suelo y agua. El primero a causa de gases tipo efecto invernadero (GHG) provenientes de la descomposición de la basura, y los dos últimos por el contacto directo con los desechos, los cuales pueden ser de los tipos antes mencionados o incluso efluentes industriales y/o sustancias tóxicas.

En las cercanías de estos vertederos es posible contraer enfermedades como el cólera, la disentería, la parasitosis, la fiebre tifoidea e infecciones de la piel. Además, en estos sitios proliferan moscas, cucarachas, mosquitos, ratas y palomas, los cuales son portadores y transmisores de varias infecciones.¹

El daño que provoca la inconsciencia con el medioambiente colabora paulatinamente al cambio climático, ya que los gases generados

¹ (Ecoticias, 2017)

incrementan la temperatura del planeta. Aquí radica la importancia de tener consciencia por el reciclaje en nuestros hogares, al igual que mantener un buen plan de tratamiento de residuos a lo largo del país.

Por otro lado, existen una serie de implicancias sociales para los habitantes cercanos a un basural o vertedero, y que a pesar de que los municipios invierten un alto nivel de recursos económicos para la mantención y gestión de estos residuos, es inevitable el deterioro del paisaje, la concentración de pobreza, y las consecuencias económicas, atrapando a cualquier habitante relativamente cercano a un terreno de estas características en un estancamiento y segregación marcados sólo por la basura.

Alternativas a rellenos sanitarios y vertederos.

El proceso de tratamiento de basura se puede dividir en 4 etapas de desarrollo sustentable, donde se comienza por la prevención, a través de la utilización de materiales reciclables o biodegradables, preferiblemente con productos de larga duración. Este ítem lucha contra la sociedad de consumo que tiende hacia lo desechable y a los productos de uso único, pero es a través de la educación que se puede enfocar hacia una prevención más adecuada.

Estos desechos deben ser reciclados en primera línea. Es decir, desde el hogar. Es responsabilidad de cada habitante separar sus residuos para reciclaje y desecho. Esta actividad suele transformarse en algo cotidiano con el tiempo en países desarrollados en este tema, pero implica un fuerte trabajo de educación cívica para lograrlo.

La situación actual en Europa funciona de modo que, en promedio, un 60% de sus residuos son reciclados, siendo estos principalmente materia orgánica, plásticos reciclables con Código de Identificación de la Resina, metales y vidrios. El 40% restante se valoriza energéticamente, estos son principalmente, plásticos no reciclables con Código de Identificación de la Resina, Cueros, textil y papeles sucios.

Los residuos son restos o partes de algún producto, y se conocen comúnmente como basura. Sin embargo, es necesario distinguir entre

basura y residuos sólidos (RS). Basura es aquella fracción de desechos que ya no tienen posibilidad alguna de reutilización ni reciclaje, mientras que los residuos sólidos pueden ser reciclados o reutilizados en otros procesos de producción, por ello tienen o pueden tener valor económico.



Fig. 5 Esquema etapas de desarrollo sustentable_Elaboración Personal, 2019

03_TEMA

Hibridación programática industrial en contextos urbanos

Implicancias de insertar una industria en un contexto urbano.

El inconsciente colectivo ubica a las ciudades con pasado industrial en una situación de deterioro, donde se encuentran con antiguas edificaciones reconvertidas a nuevos usos, demolidas o simplemente abandonadas. Estos restos de ciudades hablan de una vida pasada donde lo urbano, lo residencial y lo industrial se mezclan en el espacio. Este fenómeno se ha deslocalizado hacia las periferias urbanas como un nuevo estándar de la ubicación de la industria.

Después de muchos años de divorcio entre lo industrial y lo urbano, en la actualidad existe un nuevo diálogo entre estos dos programas, basados en hacer volver la industria a la ciudad. A través del manejo de nuevas tecnologías y la innovación, se acerca la industria de una forma menos invasiva, que ya podemos considerar amigable. En conjunto con esto, se le da una nueva visión a la industria como un centro de innovación tecnológica y foco de talentos para el desarrollo del país.

Las ciudades hoy en día buscan tener un intercambio energizado de actividades a través de un urbanismo sostenible, donde el principal criterio es la mezcla en el espacio de funciones residenciales y económicas, donde el desarrollo de estas actividades industriales se integre a los espacios urbanos. Gracias a que la innovación tecnológica permite generar industrias no contaminantes y de menor tamaño, los proyectos industriales ya se vuelven atractivos como estrategias de sostenibilidad urbana.

Por otra parte, uno de los temas clave es la visión y percepción social que implica vivir en las periferias de un sector industrial, donde la memoria colectiva no aprueba vivir cerca de estos terrenos. Esta imagen se ha ido renovando a través de esta hibridación programática, donde el diseño de estos proyectos se cuida más en torno de darle un buen asentamiento a una nueva industria, la cual tiene sus agentes contaminantes mitigados, tanto de las emisiones como la contaminación visual y sonora. Es decir, tener una industria cerca hoy, puede ser más un atractivo que una falencia para el habitante de esta periferia industrial.

Casos de éxito en plantas de Termovalorización.

ARC Amager Bakke / Copenhill y la hibridación activa

La planta de termovalorización de Amager Bakke / Copenhill, está localizada en un área industrial, la cual con los años se ha transformado en un destino de actividades deportivas extremas.¹ Tomando esto como premisa, La firma danesa de arquitectura Bjarke Ingels Group propone utilizar esta planta como un foco de relación hacia estas incipientes actividades, más que como un objeto industrial aislado. A través de un programa activo en la cubierta logra estrechar la relación entre el peatón y la industria, transformándolo en un hito activador en la ciudad, foco de turismo y recreación.

Esta piel arquitectónica sirve de interfaz entre el proyecto y el espacio público, regula las condiciones de la industria al mismo tiempo que propone espacios para el desarrollo de un parque deportivo acorde a las necesidades del entorno.

Esta reinterpretación de la imagen industrial le otorga potencia al concepto de hibridación programática, cambiando la concepción de que una planta de energía debe ser un edificio cerrado y cuadrado, creando así un objeto que forma parte del espacio urbano.

¹ (big.dk,2019)



Fig. 6 ARC en etapas finales de construcción_Big.dk,2019



Fig. 7 Splittellau Waste to Energy Power Plant_hiveminer.com,2015

Splittelau / Viena y la hibridación pasiva

La planta de Splittelau fue construida entre 1969 y 1971. En 1987 se reconstruyó debido a un incendio que destruyó gran parte de la planta incineradora.¹ La planta ocupa la misma ubicación dado que la tecnología de calefacción distrital ya estaba instalada y la basura era termovalorizada en el mismo lugar donde se generaba, en el medio de la ciudad. Para la reconstrucción se invitó al artista Friedernserich Hundertwasser, para transformar la planta en una "Obra de Arte".

El edificio fue terminado en 1992, donde su colorida fachada, la bola de oro en la chimenea y árboles mezclándose con la edificación han transformado a Splittelau en un hito de la ciudad a la altura de los mayores atractivos turísticos como la catedral de St.Stephen o la Rueda de la fortuna de Riesenrad.²

En este caso Friedernserich logra, mediante hibridación, transformar algo que históricamente debía ocultarse y alejarse de la ciudad en algo que busca ser admirado y ostentado como un elemento que caracteriza un entorno urbano.

1 (Wienenergie.net, 2015)

2 (Cámara de Turismo Viena, 2013)

04_CASO

Planta de Termovalorización Residuos Sólidos Urbanos

“Waste to Energy” como solución probada en el marco internacional.

Como se ha expuesto anteriormente, el simple acopio de residuos sólidos urbanos en extensiones geográficas definidas o indefinidas, presenta una serie de ineficiencias, por lo que alternativas tecnológicas probadas, deben ser analizadas y consideradas en el contexto nacional. Es por ello que la termovalorización resulta una alternativa atractiva para el manejo de residuos, la que normalmente funciona de la mano con un fuerte programa de reciclaje.

Existen estudios probados, que demuestran que los países con mayor cultura de termovalorización, poseen los mayores indicadores de reciclaje, y por el contrario, los países con mayor índice de rellenos sanitarios, poseen los menores índices de reciclaje. (ver fig. 8)

“Waste to Energy” (WtE) o “Energy from Waste” (EfW) consiste en calentar agua, para así obtener vapor, mediante la combustión directa de residuos sólidos urbanos. Este vapor es utilizado para mover una turbina, la cual a su vez mueve un generador eléctrico para producir importantes cantidades de energía. Parte o todo este vapor puede ser aprovechado también para calefacción, conocida como “District Heating” o Calefacción Distrital.¹ Esta es una tecnología implementada hace más de 100 años en países desarrollados y ha probado ser una fuente de generación de energía viable, amigable con el medioambiente y segura. Solamente en Francia existen más de 40 plantas funcionando,

¹ (B&W, 2018)

todas en París, donde todos los edificios públicos, museos, hospitales, municipios y otros, operan con esta tecnología.² Otro caso destacable es el de Alemania, país que erradicó en su totalidad los vertederos y rellenos sanitarios, utilizando sus desechos en reciclaje y termovalorización.³ (ver fig. 8)

Suecia es un país ejemplar en la recuperación de energía a partir de residuos, la cual se basa principalmente en la incineración de los mismos. A partir de ésta, se provee vapor para la calefacción urbana del 20% del país y electricidad de alrededor de 250.000 núcleos familiares. De lo anterior se deduce que el manejo de los desechos se ha convertido en una industria establecida y fuente muy importante de empleo.⁴

Latinoamérica se encuentra rezagado siendo el único continente del mundo sin plantas WtE operando hasta el momento. Sin embargo, la llegada del WtE es inminente junto con diversos proyectos en carpeta en la región. En Chile han existido, y existen a la fecha diversas instancias de discusión del tema, seminarios, debates y exposiciones, muchas de ellas gestionadas directamente por el gobierno.⁵

2 (Clarín.com, 2018)

3 (La Tercera, 2017)

4 (Alcaldía de Santiago de Cali, 2012)

5 (La Tercera, 2017)

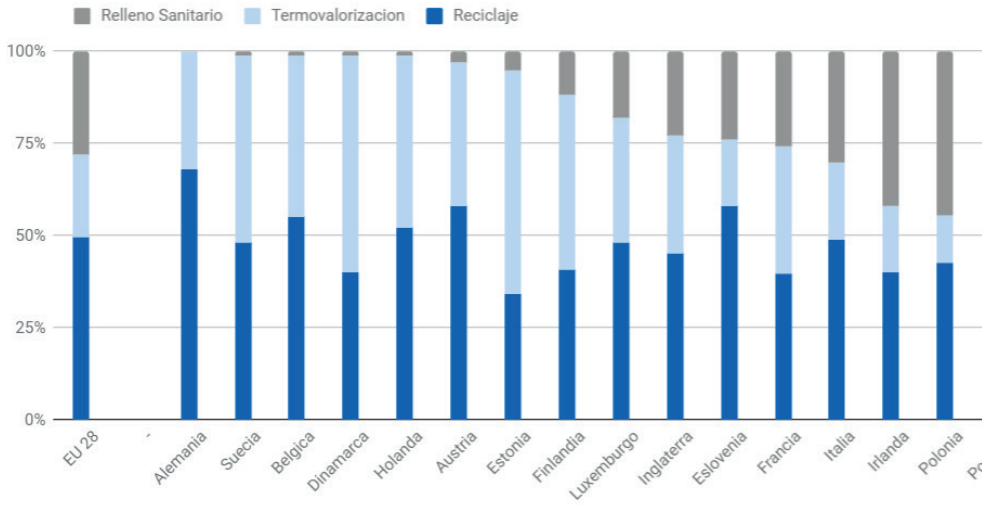


Fig. 8 Gráfico Manejo de Residuos en Europa_Elaboracion Personal con datos obtenidos de EUROSTAT2017

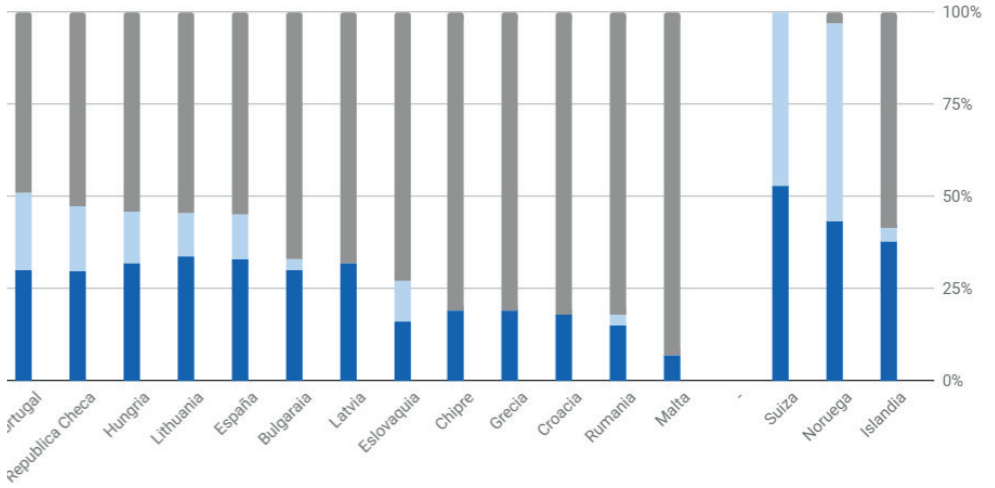




Fig. 9 West Palm Beach Ref2_Colección Personal en Visita a Planta,2018

Caso West Palm Beach WTE como referente tecnológico

En septiembre de 2015 la planta “Waste to Energy” más moderna de Estados Unidos comenzó a funcionar en West Palm Beach, Estado de Florida. A la fecha, es una de las plantas más exitosas en el mundo, en su modalidad. Esta planta cuenta con 3 líneas paralelas de 1.000 toneladas/día de residuos domiciliarios, junto con sus respectivas líneas de control de emisiones, las cuales cumplen los estándares ambientales más estrictos del mundo.¹ (ver fig. 10)

Alrededor del 90% de la masa de los residuos es termovalorizada, dejando el resto convertido en ceniza, la cual es compostada como abono para trabajos de paisaje en los alrededores de la planta. También es posible la utilización de estos residuos en mezcla para obras viales y trabajos de construcción en general.

La planta, ubicada en el límite del Parque Natural Everglades, se mezcla con el contexto evidenciando su bajo impacto ambiental.

¹ (B&W. 2014)

SPRAY DRYE
ABSORBER (S

BOILER
UNIT 3

SDA

BOILER
UNIT 4

SDA

BOILER
UNIT 5

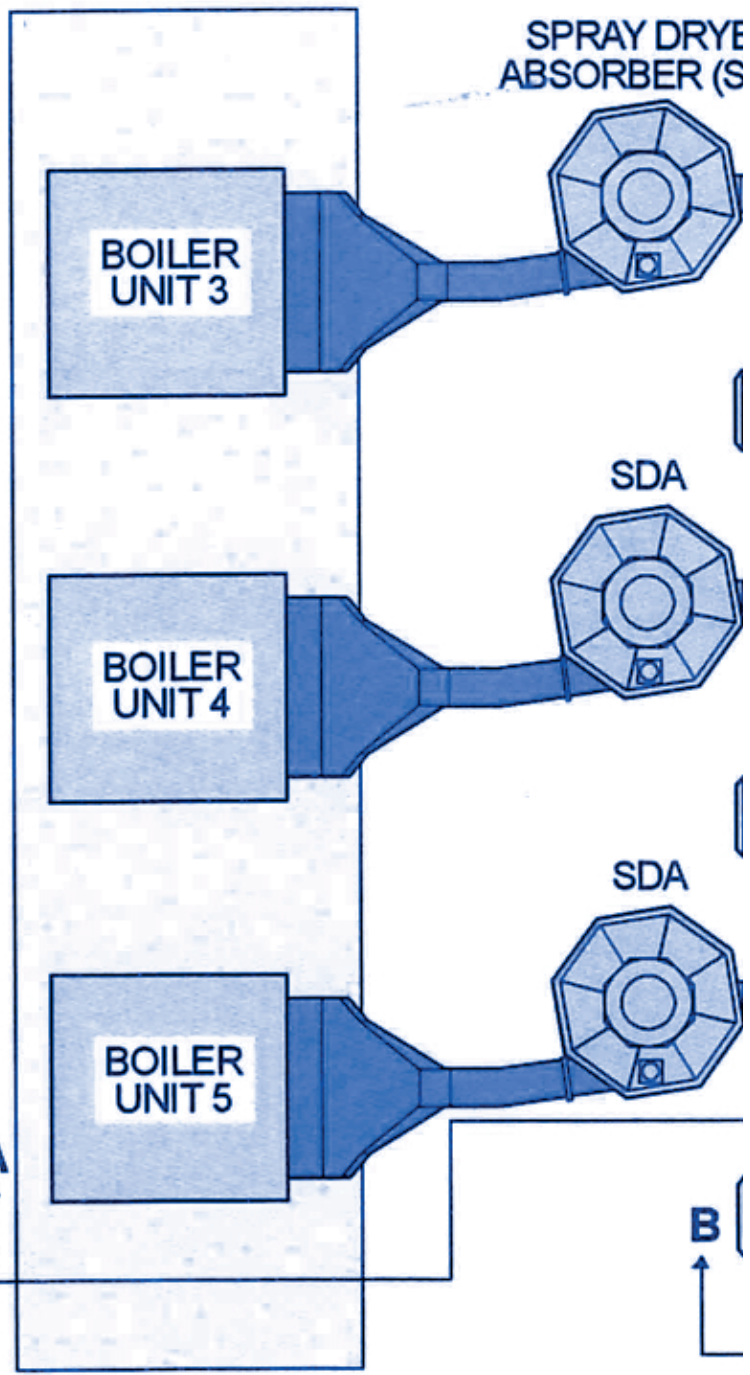
PLAN
VIEW



A

B

SELECTIVE CATALY
REDUCTION (SCI



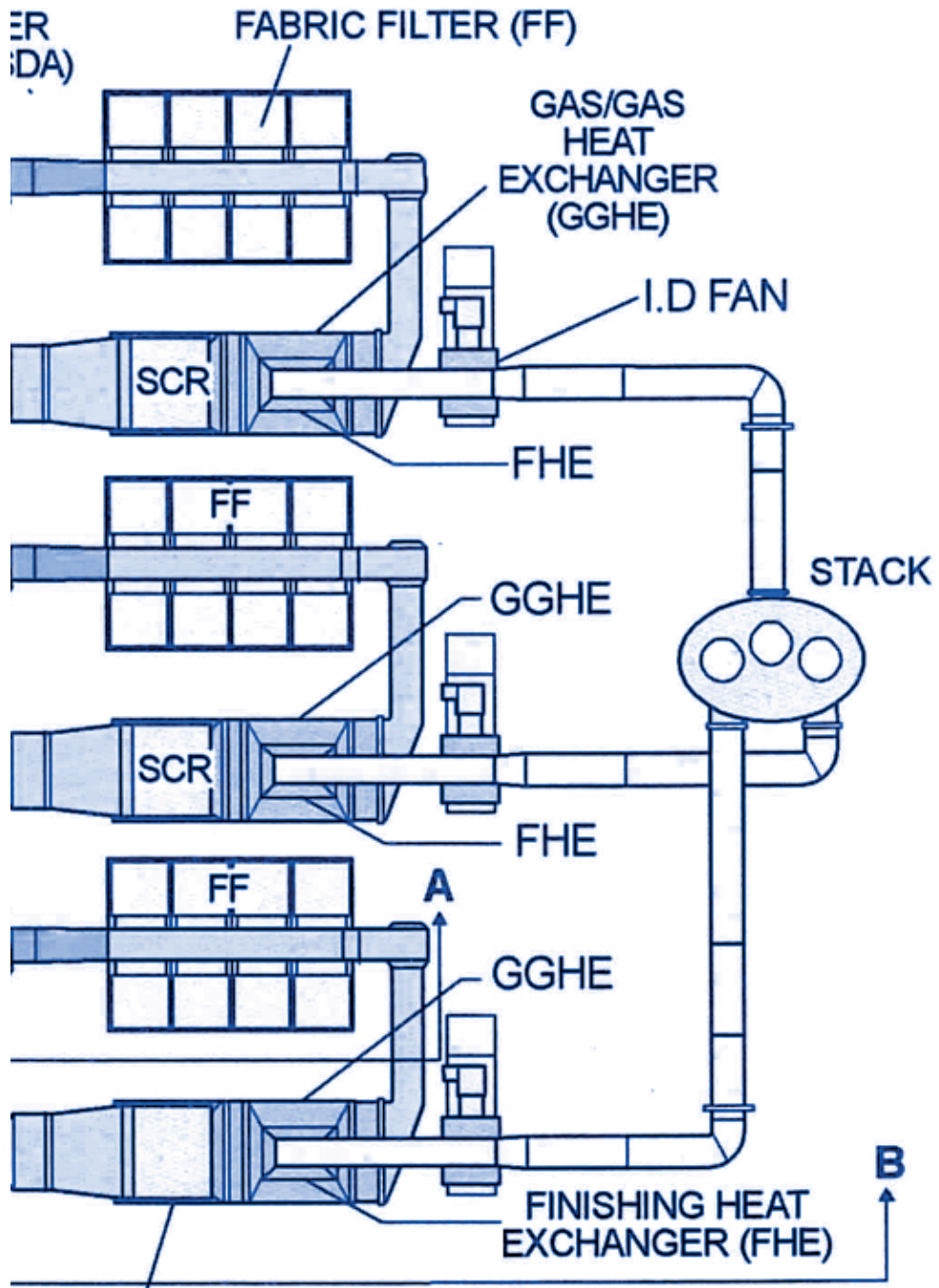


Fig. 10 Planimetría Referencial Línea de Producción West Palm Beach REF2_B&W, 2013

Termovalorización como solución a nivel metropolitano

Actualmente, el Ministerio de Energía del Gobierno de Chile, se encuentra licitando el estudio **"ASESORÍA TÉCNICA PARA DISEÑAR UNA ESTRATEGIA PARA EL DESARROLLO Y LA PENETRACIÓN DE TECNOLOGÍAS TÉRMICAS SUSTENTABLES"**.¹ el que buscará la evaluar la futura implementación de la termovalorización en nuestro país. Anteriormente, la Intendencia de la Región Metropolitana, contrató a la consultora finlandesa de ingeniería Poyry, para el **"Estudio de Factibilidad de una Planta Waste-to-Energy para la Región Metropolitana"**.²

Los resultados de este estudio fueron presentados públicamente en Enero del 2018. En el estudio se analizaron las alternativas de termovalorización existentes a la fecha, y de las conclusiones se desprende que es factible la implementación de la termovalorización en la Región Metropolitana, siendo la recomendación final una planta de 3 líneas paralelas de 1000 toneladas/día de residuos domiciliarios.

Hasta el momento las barreras financieras para la implementación de esta energía han sido los costos de inversión para una planta de este tipo. Tradicionalmente, los municipios operan contratos de recolección y disposición final de los residuos, con empresas privadas que ofrecen este tipo de servicios. Estos contratos establecen una tarifa de ambos conceptos y son firmados por ciertos períodos de años.

1 (Mercadopúblico.cl,2019)

2 (Poyry,2018)

La termovalorización de residuos a través de una planta de energía requerirá una tarifa de disposición, tal cual fuese ésta un relleno sanitario, además de contar con los ingresos por la venta de energía eléctrica. Del modelo financiero definitivo del proyecto, habrá que determinar, si la tarifa de disposición de la planta fuese la misma que la actual. La cual tendrá que ser evaluada junto con los precios de venta de la energía producida.(Power Purchasing Agreement o PPA)

Es importante considerar que la cercanía de este tipo de planta con los centros de consumo, reduce los costos de transporte tanto de la basura misma como también los costos de transmisión de la energía. Ambos conceptos apuntan además de forma adicional a una disminución global de emisiones.

Sumado a esto, los rellenos sanitarios metropolitanos, Santa Marta y Santiago Poniente, que manejan el 46% de los residuos sólidos domiciliarios de la región, cumplen su vida útil el año 2022 y 2024 respectivamente, lo que genera una preocupante incógnita en cuanto al manejo de los residuos en los años venideros.

El factor social también gira en torno a la renovación de los sistemas de manejo de basura. Desde la comunidad no se acepta recibir un nuevo vertedero o relleno sanitario, debido a lo perjudicial que es convivir cercano a esto. Las nuevas tecnologías tales como las plantas WTE, suponen la posibilidad de transformar ese factor perjudicial en un factor beneficioso para la comunidad.

Oportunidades de regeneración urbana gracias a un WTE metropolitano

El concepto de darle una solución final a los residuos sólidos domiciliarios, que no implique llevar basura a un relleno sanitario o botarla en un vertedero, supone una serie de beneficios para el entorno urbano. Si analizamos la instalación de una planta de termovalorización de basura, ésta transforma un desecho en un combustible, en otras palabras un bien de uso con valor económico.

Este bien se puede vender a un ente ubicado en el entorno urbano. Comienza así a desaparecer la basura de las ciudades, gestionado por los mismos habitantes. Pronto botar basura en la calle o en vertederos ilegales, poéticamente se transformará en botar dinero.

Además, existen implicancias sociales de instalar una industria de este tipo, la que genera empleos temporales y fijos que requerirá la planta de energía, reviviendo la interacción entre habitante e industria.

En una escala mayor, se congelaría el desarrollo de los vertederos y rellenos sanitarios, estos suponen una herida en el territorio. Generando deforestación, contaminación de aguas, malos olores y la disminución del valor en los terrenos y propiedades aledañas.

De perdurar esta transición hacia la termovalorización de la basura, se podría comenzar un plan de regeneración urbana de los vertederos y

rellenos sanitarios existentes. Es necesario mencionar que este tipo de proyectos pertenecen mayoritariamente al ámbito de la arquitectura y bioingeniería del paisaje.

Debido a esto, dichos proyectos se enmarcan en intervenciones de una escala temporal y espacial muy superiores a las de un proyecto de arquitectura. Teniendo estos parques regenerados cientos de hectáreas de extensión, con una consolidación que se proyecta para décadas desde su planificación.

05_LUGAR

Ex fábrica de algodones Hirmas Renca

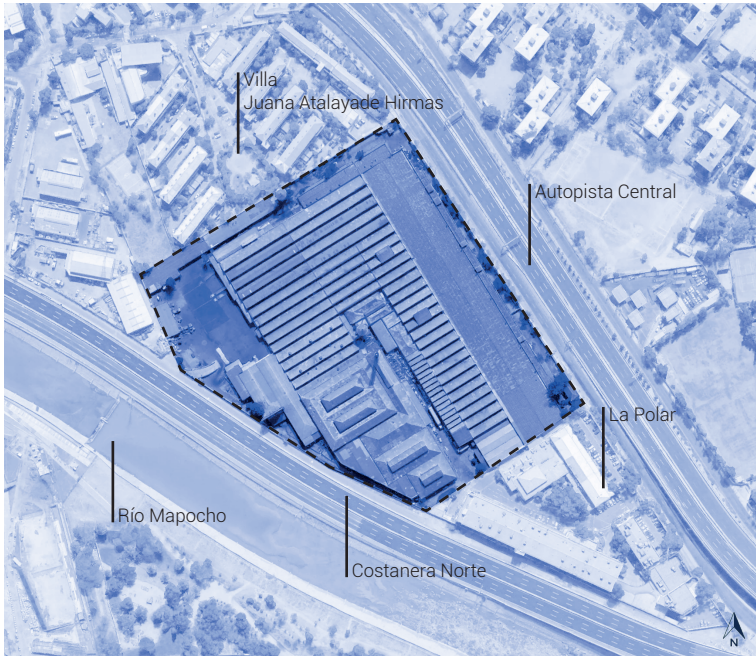


Fig. 11 Polígono Terreno_Elaboración Personal en base a imagen satelital Google Earth,2019

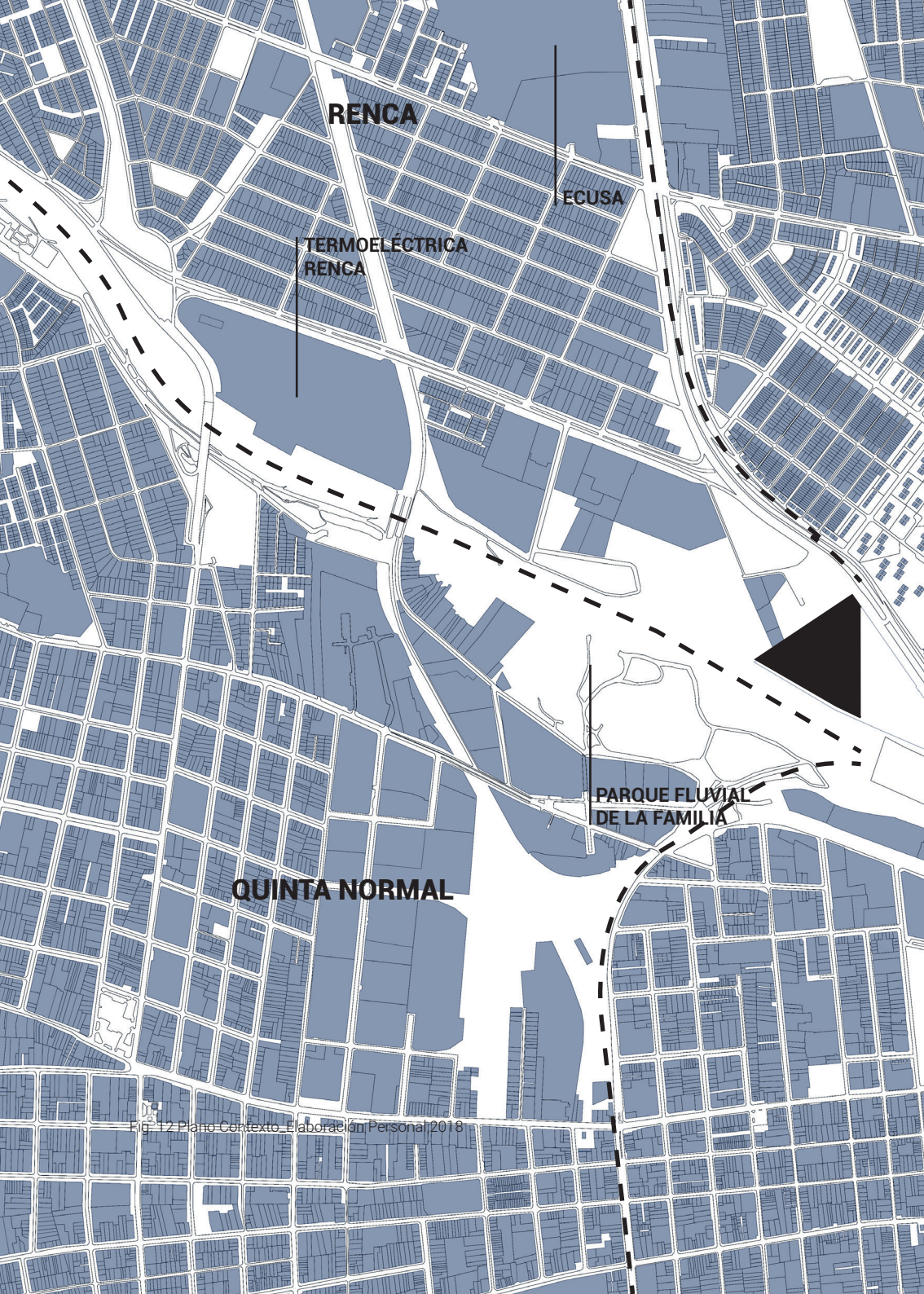
Configuración del Terreno

Para el desafío propuesto, es necesario ubicar un terreno urbano que coincida con los requerimientos tanto técnicos como sociales para lograr desarrollar el proyecto. Dentro de los terrenos evaluados, la Ex Fábrica Hirmas presenta una oportunidad que reúne los requisitos a cabalidad, con 5.16 has de extensión, conexión urbana entre dos carreteras metropolitanas, al borde del Río Mapocho, y una ubicación estratégica, conectando 4 grandes comunas del Gran Santiago: Renca, Independencia, Quinta Normal y Santiago Centro.

El terreno cuenta con un carácter de zona mixta con industria inofensiva según el plan regulador comunal, donde los usos permitidos incluyen la industria de las características anteriormente mencionadas.

El polígono presenta un desnivel prácticamente despreciable por lo que se le considera un terreno llano, con edificaciones abandonadas o con usos de bodegaje de la antigua fábrica de algodones que solía existir ahí. El terreno se encontraba al nombre de Empresas La Polar al último momento de revisión de escrituras, el 20 de Enero del 2018.

Empresas La Polar podría presentar interés privado en invertir aportando con el terreno en este proyecto, o bien, el gobierno presenta un incentivo de inversión en terrenos para proyectos de energía renovable que podría ser aplicado para este fin.



RENCA

ECUSA

**TERMOELÉCTRICA
RENCA**

QUINTA NORMAL

**PARQUE FLUVIAL
DE LA FAMILIA**

Fig. 12 Plano Contexto. Elaboración Personal, 2018



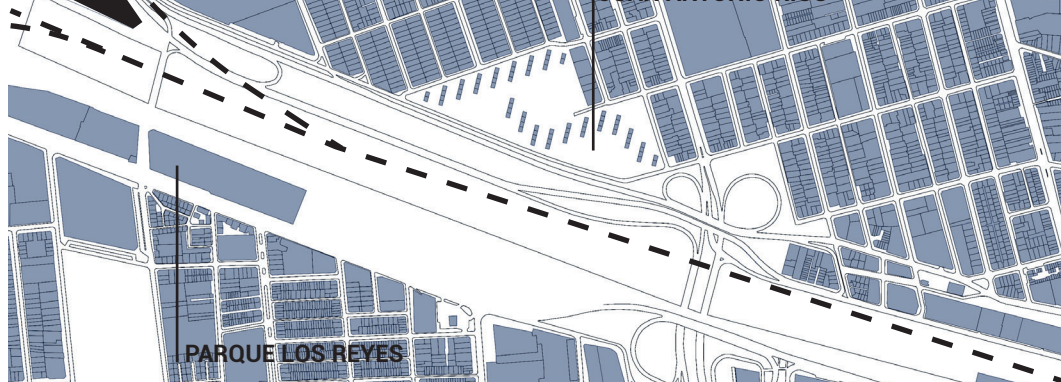
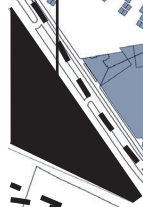
INDEPENDENCIA

**EX FABRICA
ALGODONES HIRMAS**

**POBLACION
JUAN ANTONIO RIOS**

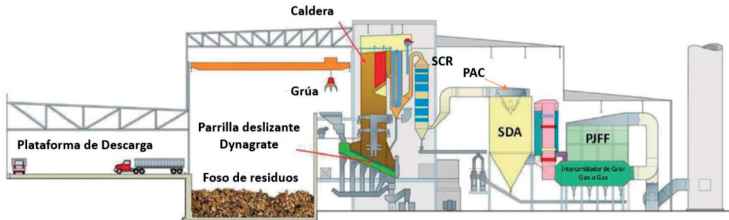
PARQUE LOS REYES

SANTIAGO



Producción de Energía y sus requerimientos programáticos

El proyecto consiste en la generación de energía renovable mediante la utilización de residuos sólidos urbanos domiciliarios (RSU) como combustible primario. Este proyecto contempla dos líneas independientes de calderas paralelas, parrillas deslizantes, con una capacidad de 1.000 toneladas al día cada una, con una de las líneas mostrada en la fig. 13.¹



Previo al desarrollo del proyecto de arquitectura, se debe especificar de forma precisa el programa y la superficie de la planta incineradora, donde el mejor referente programático a consultar es la planta de incineración masiva de West Palm Beach / Miami. Esta planta fue visitada en terreno y recorrida en conjunto de un grupo de profesionales para lograr un entendimiento completo de los procesos y sistemas asociados a la Termovalorización.

¹ Fig. 13 Vista lateral mirando al oeste mostrando una de tres líneas de proceso. (No se muestra: generador de turbina detrás y recuperación de metales / gestión de cenizas en primer plano)

En el marco chileno, es necesario aclarar que el estudio de cabida en este proyecto en particular no es un estudio tradicional, puesto que no existe una normativa establecida para estos tipos de industrias. El cálculo que se presentará se dispone a través del referente principal y consultorías asociadas.

En una planta Termovalorizadora de Combustión Masiva, el componente que la caracteriza es la ausencia de separación de los residuos, dejando el proceso en 3 etapas principales vinculadas al manejo de los residuos: la recepción de residuos, la generación de energía a través de la termovalorización de estos y por último, pero al mismo tiempo el más importante, el control de emisiones emanadas de la combustión.

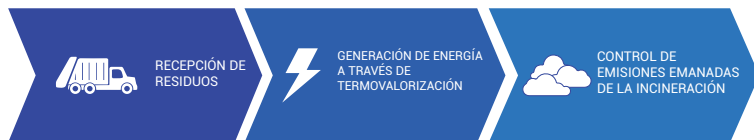


Fig. 14 Esquema Procesos Waste To Energy_Elaboración Personal, 2016



Fig. 15 Esquema Waste to Energy_ Elaboración Propia en base a imágenes B&W, 2019

Recepción de Residuos

En esta etapa se configuran dos aspectos importantes a nivel planta general, siendo el primero de estos el circuito de camiones. Analizando diversos referentes todos coinciden en que la circulación de los camiones se componga a través de un circuito, en palabras simples, el camión entra por un punto determinado y sale por otro, sin darse vueltas ni estacionar. En el caso de West Palm Beach, el tiempo promedio de un camión dentro del terreno de la planta es de 14 minutos, tiempo comprendido entre el pesaje inicial, la disposición de los residuos, y el pesaje de salida. Que estos tiempos se mantengan acotados y expeditos es fundamental para que la demanda tanto de combustible para el funcionamiento de las calderas y el impacto vial de la circulación de los camiones pueda ser estable.

El segundo aspecto fundamental es el pozo de residuos, lugar donde es depositada la basura previa a ser incinerada. Esta debe contar con medidas establecidas según ingeniería para cumplir con las normativas estructurales, de olores y de tiempos de inoperancia imprevistos de la planta. Este último punto es importante de destacar, dado que la planta necesita una operación continua para cumplir con sus propios contratos de venta de energía.

Generación de Energía

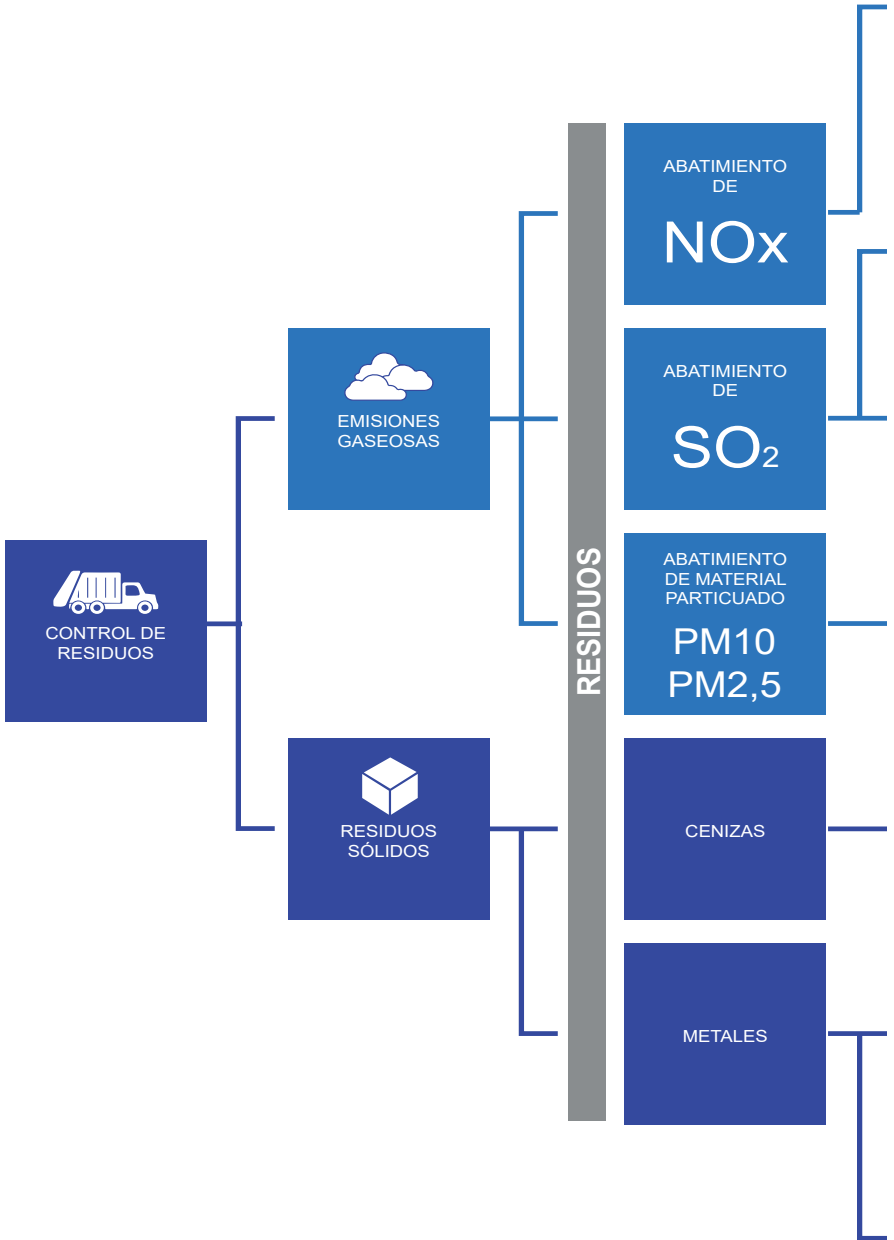
La basura almacenada, es dispuesta en calderas de incineración masiva, a través de un proceso de distribución de los materiales con distinta capacidad calórica de forma homogénea para obtener una combustión eficiente y constante, a modo de ejemplo, un proceso de combustión específico no puede contar con muchos elementos de alta capacidad calórica (poder calorífico), si no que debe ser una mezcla entre elementos de capacidad calórica alta y baja, para obtener una combustión controlada y con la misma intensidad, considerando la calidad de basura que se esté recibiendo en el momento.

Este proceso de incineración es usado para hervir agua, la cual se evapora y es usada para mover, bajo presión, turbinas que mueven un generador de electricidad. Este vapor potenciaría un solo generador de turbina de vapor con potencia neta de 60 megavatios de los cuales una potencia bruta de 51 megavatios es entregada a la subestación Renca ubicada a pocos metros de la planta. Eventualmente, en caso de ser considerado en el proyecto definitivo, un porcentaje de esta puede destinarse para proporcionar calefacción distrital a viviendas aledañas a la planta. Cabe mencionar, que destinar el vapor a calefacción distrital le quita potencia a la generación de energía, por lo que se deberá estudiar la factibilidad técnica en etapas posteriores al anteproyecto.

Control de emisiones gaseosas y tratamiento de residuos sólidos

La planta contará con la tecnología de control de emisiones de más alto estándar a nivel mundial. Tanto así, que los niveles de emisiones atmosféricas del proyecto serán aún inferiores al mismo Ciclo Combinado de Gas, actualmente en operación, en la misma comuna. Esta incluye para el abatimiento de NO_x un sistema de reducción selectiva catalítica (SCR); para el abatimiento del SO_2 un sistema de inyección de polvo de carbón activado (PAC) y un sistema de absorción y secado por pulverización (SDA) y para el abatimiento del material particulado (PM10 y PM2.5) un filtro de mangas con limpieza por pulsos (PJFF) en el orden en que son Introducidos en la corriente de gases de combustión.

Los residuos sólidos son principalmente cenizas, las cuales se depositan en un pozo secundario para luego ser retiradas, donde pueden ser usadas como abono o asfalto. Otro residuo sólido importante son los metales, los cuales se retiran para ser reciclados. El material ferroso (hierro) se recoge utilizando un separador electromagnético de tambor giratorio y otros metales no ferrosos (predominantemente aluminio) se recogen a continuación utilizando un separador de corriente de Foucault.



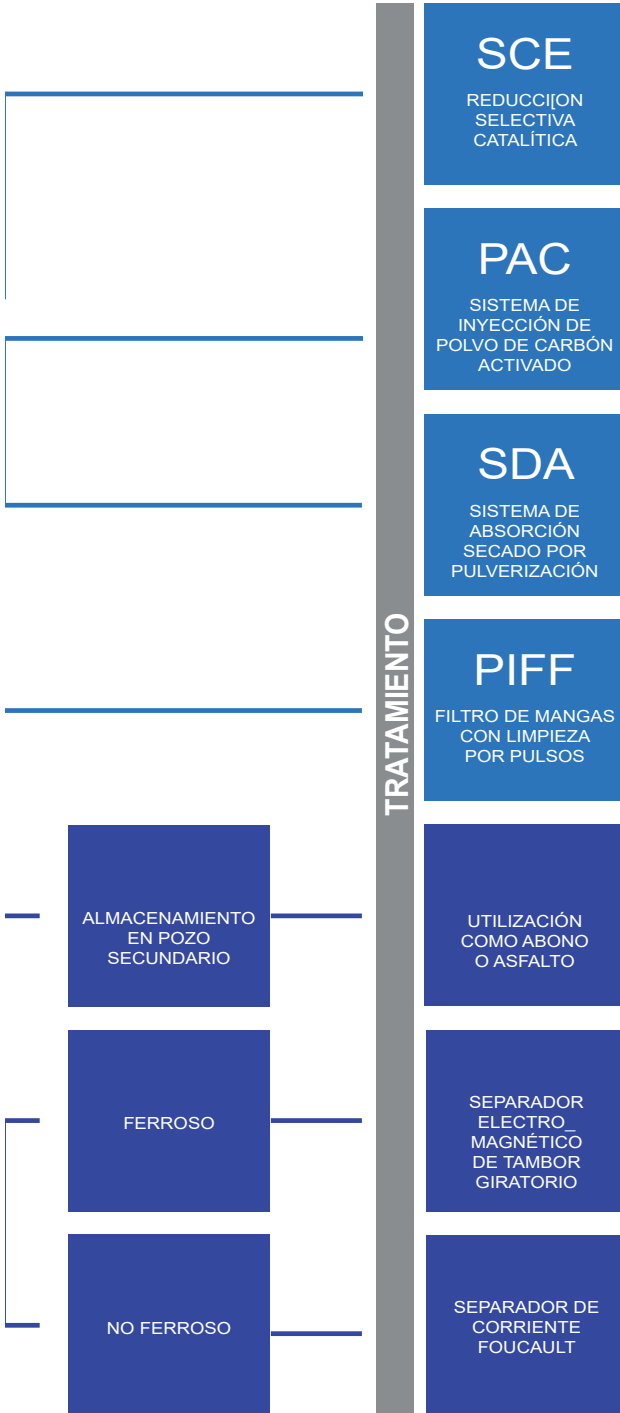


Fig. 16 Esquema Gestión de Emisiones_Elaboración Personal, 2019

Impacto urbano y beneficios proyectados

Sustentabilidad

La primera estrategia de sustentabilidad es el anteriormente mencionado cambio en el manejo de los residuos urbanos de la comuna asociada este proyecto y sus comunas aledañas. El principal programa del edificio apunta a reducir la presencia de basura y contaminación en el territorio urbano y al mismo tiempo busca reemplazar el uso de combustibles fósiles para generar energía.

En cuanto a la escala del parque, los beneficios de tener un pulmón verde en una comuna como Renca, la cual es una de las más carentes de áreas verdes de la región, tendría una alta relevancia dado el nivel de contaminación en la zona.

En la escala del proyecto, el consumo de energía eléctrica es autosustentado por la misma planta, la cual incluso puede incluir paneles solares en su techumbre para complementar sus usos internos tales como funcionamiento de los servicios de la planta como el centro educacional.

El centro educacional busca influir en las generaciones futuras, pudiendo así lograr un cambio en la conciencia ambiental y el comportamiento de la población, creando así un gestor en el cambio de la sustentabilidad social. Un caso ejemplar, es el del anteriormente

mencionado proyecto de West Palm Beach, el cual recibe del orden de 25.000 estudiantes de la comunidad al año en las instalaciones de la planta. Asimismo, el proceso e implicancias de todo el ciclo de reciclaje y economía sostenible de esta planta de generación, son parte de la malla curricular de las escuelas públicas de la localidad de West Palm Beach.

Sumado a los paneles solares de la techumbre, se plantea el uso de cubiertas vegetales con plantaciones de bajo requerimiento hídrico, las cuales funcionan como estrategia de control de temperatura del proyecto.

Mitigación Vial

El flujo más importante a considerar es el de los camiones de basura que se destinarían a la planta diariamente. Si se considera que cada caldera puede recibir 1000 ton/día, necesitamos abastecer de 2000 toneladas diarias. Un camión de basura en promedio tiene una capacidad de 15 toneladas. Esto implica contar con aproximadamente 134 camiones por día laboral, considerando horas operativas para transporte en alrededor de 12 horas, dando lugar para alrededor de 11 camiones por hora. El diseño de la planta cuenta con un circuito que permite 11 camiones de forma simultánea en el piso de descarga, con un promedio de estadía de 14 minutos dentro de la planta.

Considerando estos factores, el espacio para un atochamiento en la planta es muy difícil debido a que los tiempos considerados en el diseño sobrepasan con holgura los tiempos mínimos proyectados para el funcionamiento correcto de la planta. Cabe destacar que el destino actual de los camiones de basura en su gran mayoría se mueven a través de la autopista central hacia la central de redistribución de Quilicura, esta vía se encuentra en el camino de la planta por lo que no habría un aumento del flujo de vehículos en el contexto actual de la comuna.

La planta cuenta con una operación de personal compuesto máximo por 20-25 personas por lo que los impactos de vehículos particulares o transporte público asociado son irrelevantes para el estudio de mitigación vial actual.

Financiamiento

Para el presente anteproyecto se considera financiamiento de origen privado sin subsidios de tipo fiscal, no obstante se está a la espera de actuales estudios a nivel de gobierno, en torno al desarrollo de estas tecnologías en el país. Esto podría significar estímulos de tipo fiscal.

No obstante, este tipo de proyectos con financiamiento privado, han sido exitosamente implementados en gran cantidad de países, dado

que los ingresos, tanto por venta de energía como disposición final de los residuos, permiten un exitoso cierre financiero para los posibles inversionistas.

Se considera una inversión estimada de \$300 millones de dólares, para la implementación completa del proyecto en concepto "llave en mano". Esta tiene un ciclo de vida estimado de 50 años plazo, considerando un reacondicionamiento mayor de los equipos a los 30 años.

El retorno de la inversión esperado (Return Of Investment o ROI) es de 10 años bajo un criterio conservador, considerando los precios actuales de la energía eléctrica en Chile. No obstante, y de acuerdo a las proyecciones se podría esperar un ROI aún inferior, cercano a los 7 años en un escenario optimista.

Los ingresos netos de la generación se basarán en 4 tipos, siendo estos la venta de la energía generada, entregada al SIC, El costo por Disponibilidad energética para el Centro de Despacho Económico de Carga del SIC (CDEC-SIC). El costo del depósito de la basura, y los CELs. Este último es un certificado por energías limpias, que es un incentivo que se paga a los generadores de energías de este tipo.

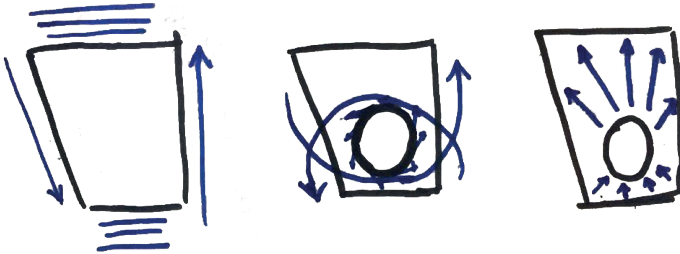
Inversión Total : \$300 Millones USD.
Capacidad De Combustión/Día: 2000 Ton/día
Capacidad Energética Bruta 60MW
Capacidad Energética Neta 51 MW
Periodo de recuperación de la inversión: 7-10 años

06_ANTEPROYECTO

Proyecto arquitectónico y sus estrategias

Estrategias de Diseño

Tomando en cuenta las implicancias del terreno, que muestra dos grandes tensiones causadas por el flujo de las dos autopistas que lo limitan, se toma la decisión de usar una geometría circular para responder a estas fuerzas, este círculo se va estirando hacia lo largo del terreno, asentándose a la geometría del polígono para así, abrirse geoméricamente al parque proyectado.



Establecida esa decisión, se propone cobijar el programa de la planta de forma íntegra dentro de un mismo volumen, para lo cual se decide comprimir los requerimientos programáticos a un núcleo productivo, separado en 3 naves, una nave central con la línea de producción, una nave lateral hacia el oriente con la generación de energía y tratamiento de residuos sólidos, y por último la nave poniente con el centro educativo, oficinas de control, servicios y oficinas administrativas.

Todo el programa se cubre con una piel translúcida compuesta por una trama que permite la circulación de aire, apoyando así la regulación térmica del edificio. Esta cinta se adecua tanto a las alturas programáticas como a la liberación de la primera planta para generar un acceso permeable al edificio, conectándolo con el parque.

Las cubiertas se proyectarán de manera que se produzca un mosaico de paneles, compuestos por vegetación hidrófila, paneles solares y lucarnas, que proporcionan un aprovechamiento de la quinta fachada.

Fig. 17, Configuración Terreno_Elaboración Propia, 2019

Compresión de línea de producción a un núcleo central.

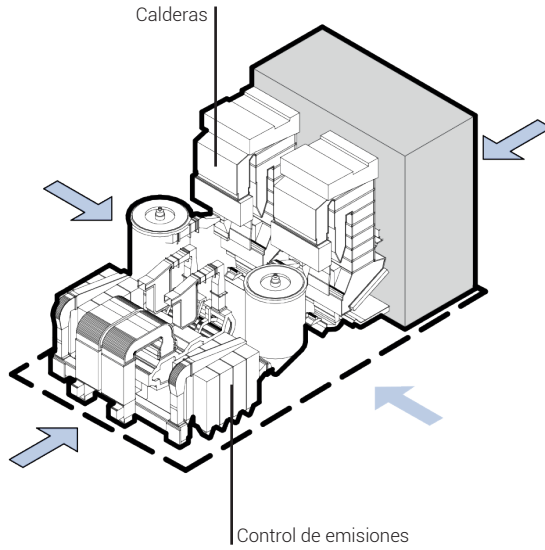


Fig. 18 Esquema Proyecto_Elaboración Propia, 2019

Configuración de programas complementarios rodeando el perímetro.

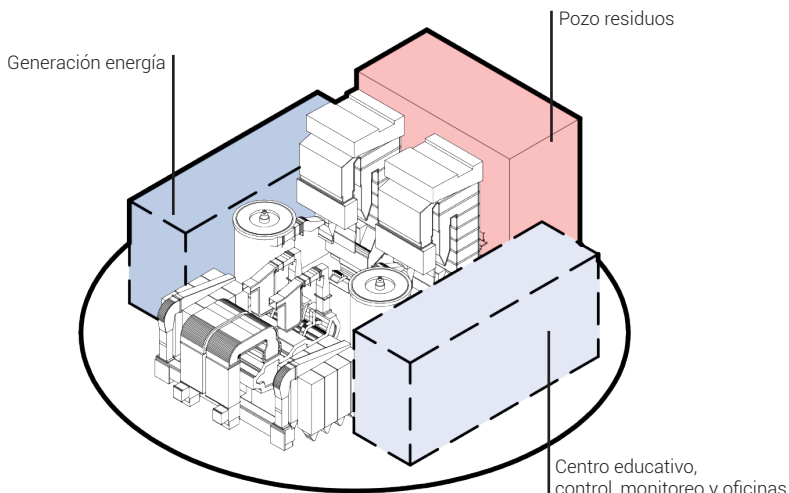


Fig. 19 Esquema Proyecto_Elaboración Propia, 2019

Centro educativo pensado para interactuar de forma segura con la planta.

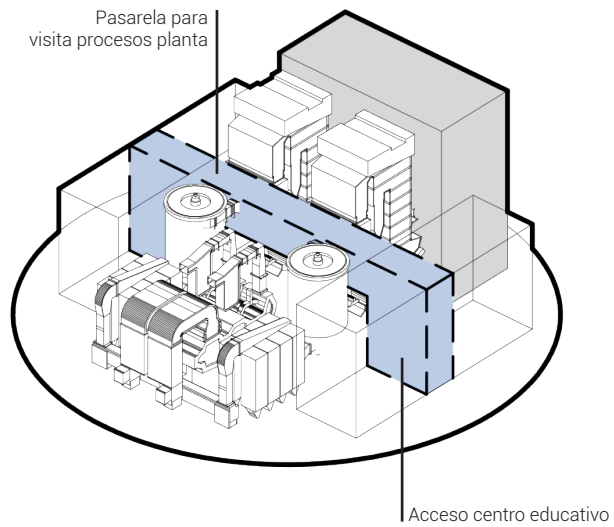


Fig. 20 Esquema Proyecto_Elaboración Propia, 2019

Cinta cubre programa de planta buscando darle una fachada acorde a las tensiones del terreno.

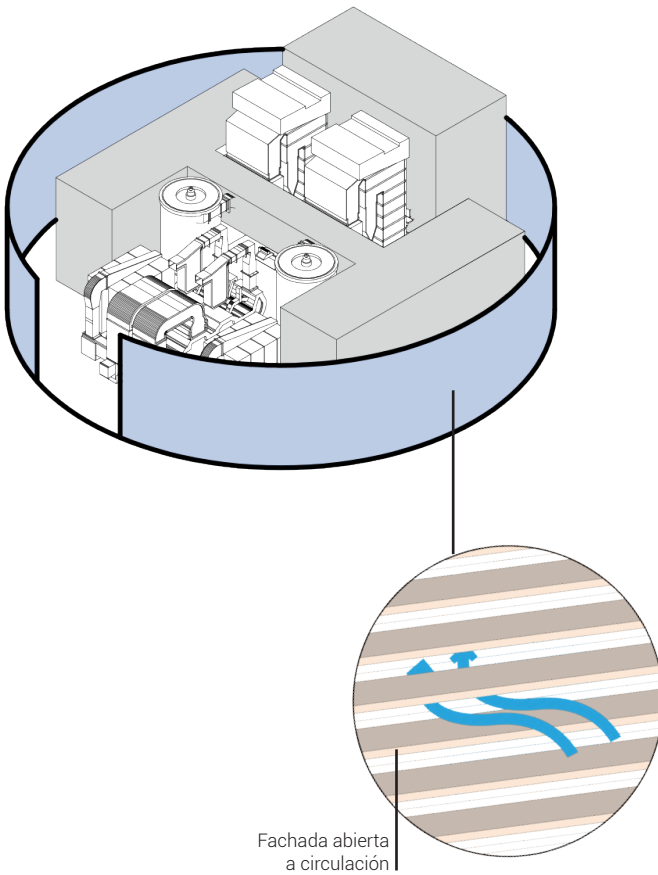


Fig. 21 Esquema Proyecto_Elaboración Propia, 2019

Alturas programáticas adecuan altura de la cinta, volcándola hacia el parque.

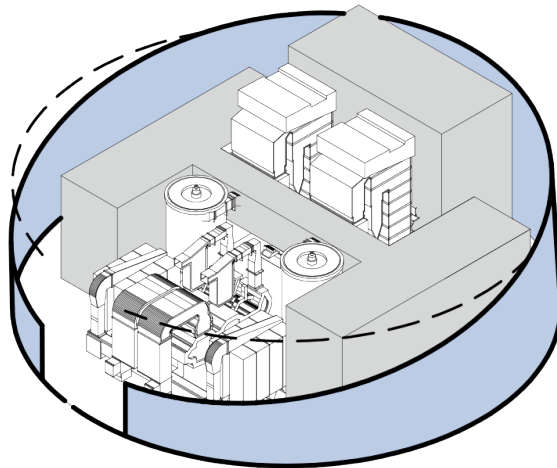


Fig. 22 Esquema Proyecto_Elaboración Propia, 2019

Quinta fachada pensada para aprovechar energía solar a través de lucarnas, paneles y vegetación hidrófila.

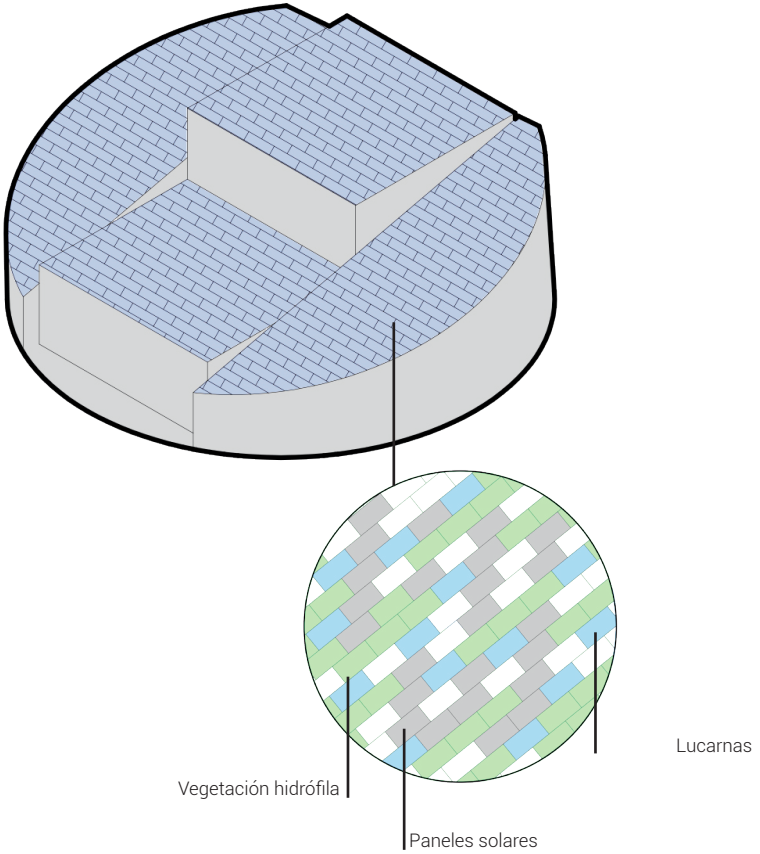


Fig. 23 Esquema Proyecto_Elaboración Propia, 2019

**Fachada del primer piso se libera,
abriendo la planta hacia la comunidad.**

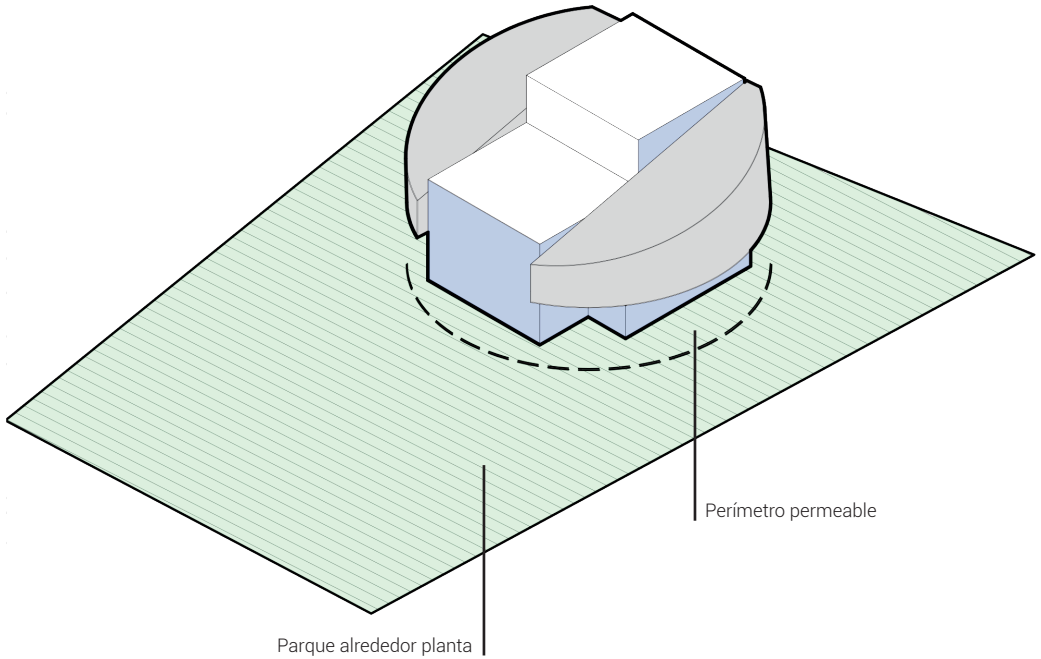


Fig. 24 Esquema Proyecto_Elaboración Propia, 2019

Propuesta Programática

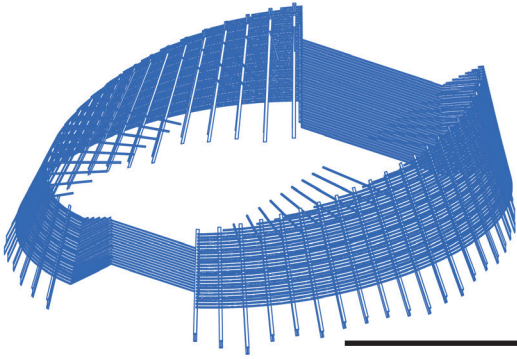
La planta de termovalorización cuenta con un listado de elementos a cumplir dentro del programa arquitectónico, al cual se le suma la propuesta del centro educativo, programa asociado a la generación de conocimiento y conciencia ambiental sobre el desarrollo de esta actividad. El centro está pensado para interactuar activamente con el funcionamiento de la planta, considerando un recorrido interno por las instalaciones de esta.

Este programa se relaciona con el programa exterior enfocado principalmente en ser un parque ecológico, para el esparcimiento de los habitantes aledaños. Todo el parque rodea y abraza al edificio de la planta, la cual es abierta a la comunidad. El diseño cuida que los sectores de riesgo estén controlados para el acceso peatonal mientras que los recintos seguros tienen libre acceso como parte del parque.

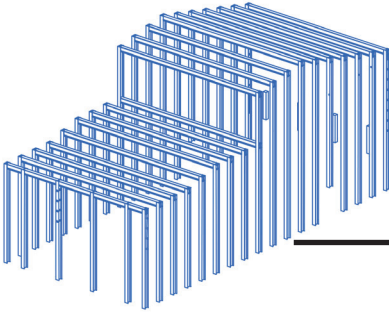
El parque busca ser un hito arquitectónico donde esta industria se vuelve parte del paisaje y un aspecto a admirar del parque, alejándose de la premisa de ocultar la industria de la comunidad.

<p>1. PLANTA INCINERADORA</p> <p>1.1. Recepción Residuos</p> <ul style="list-style-type: none"> 1.1.1. Circuito Camiones 1.1.2. Piso de Descarga 1.1.3. Pozo Residuos 1.1.4. Control y Monitoreo 1.1.5. Circulaciones <p>1.2. Generación de Energía</p> <ul style="list-style-type: none"> 1.2.1. Calderas 1.2.2. Turbina Generadora 1.2.3. Sistema de Enfriamiento 1.2.4. Subestación 1.2.5. Control y Monitoreo 1.2.6. Circulaciones <p>1.3. Control de Emisiones</p> <ul style="list-style-type: none"> 1.3.1. Reductor Catalítico Selectivo 1.3.2. Filtro de Manga 1.3.3. Reciclaje Metales 1.3.4. Control y Monitoreo 1.3.5. Circulaciones <p>1.4. Operación Planta</p> <ul style="list-style-type: none"> 1.4.1. Hall Recepción 1.4.2. Camarines 1.4.3. Baños 1.4.4. Cocina Industrial 1.4.5. Comedor 1.4.6. Enfermería 1.4.7. Oficinas Administrativas 1.4.8. Recintos Servicios 1.4.9. Estacionamientos 1.4.10. Circulaciones 	<p>2. ED CENTER</p> <p>2.1. Público</p> <ul style="list-style-type: none"> 2.1.1. Hall Recepción 2.1.2. Auditorio 2.1.3. Salas Exposición 2.1.4. Baños 2.1.5. Circulaciones <p>2.2. Privado</p> <ul style="list-style-type: none"> 2.2.1. Administración 2.2.2. Recintos Servicios 2.2.3. Baños 2.2.4. Circulaciones <p>3. EDIFICIO PARQUE*</p> <p>3.1. Público</p> <ul style="list-style-type: none"> 3.1.1. Acceso Parque 3.1.2. Cafetería 3.1.3. Baños Públicos <p>3.2. Privado</p> <ul style="list-style-type: none"> 3.2.1. Administración 3.2.2. Bodegaje y Mantenimiento
--	---

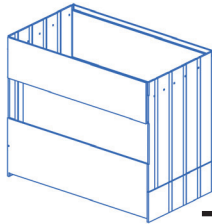
Fig. 25 Programa Preliminar Anteproyecto_ Elaboración Propia,2019



Estructura Perimetral



Estructura Línea Producción



Núcleo Hormigon Cerrado
Pozo Basura

Fig. 26 Esquema estructura_Elaboración Propia, 2019

Estructura y Materialidad

El proyecto está compuesto por 3 naves independientes, las que son cubiertas por una fachada traslúcida. La estructura central sirve de apoyo para las estructuras laterales. Está compuesta principalmente por vigas de acero, losas de hormigón armado y muros livianos.

La estructura central cuenta con muros de hormigón de alta densidad según indica la normativa para calderas y pozo de residuos. El resto de los muros son de materiales livianos tales como tabiques o metales livianos.

El hormigón a además de permitir el soporte de grandes cargas y peso, cuenta con cualidades que permiten proveer de un alto grado de sustentabilidad al proyecto debido a su masa térmica y durabilidad. Es por esto que los sectores críticos tales como las calderas y las zonas de riesgo, son diseñados en hormigón armado debido a la resistencia natural que posee.

La piel está compuesta principalmente de una trama de madera plástica reciclada, decisión adecuada con las intenciones generales del proyecto, además cuenta con un bajo costo de mantención y reposición, sumado a su larga durabilidad. Esta trama se apoya en una estructura metálica perimetral, la cual cae a través de una pilarización radial en el proyecto.

07_AVANCE PROYECTUAL

Imágenes preliminares del anteproyecto

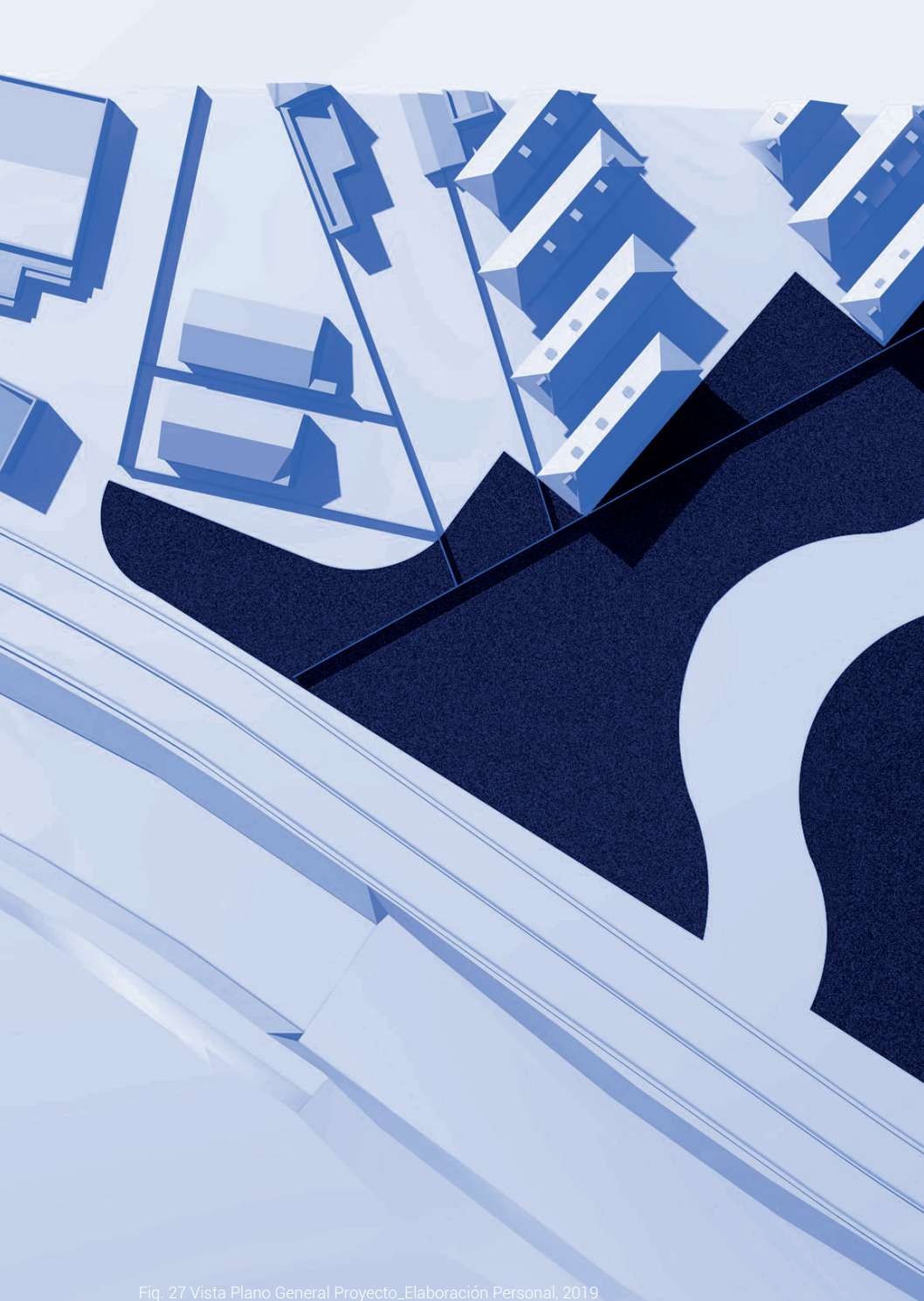
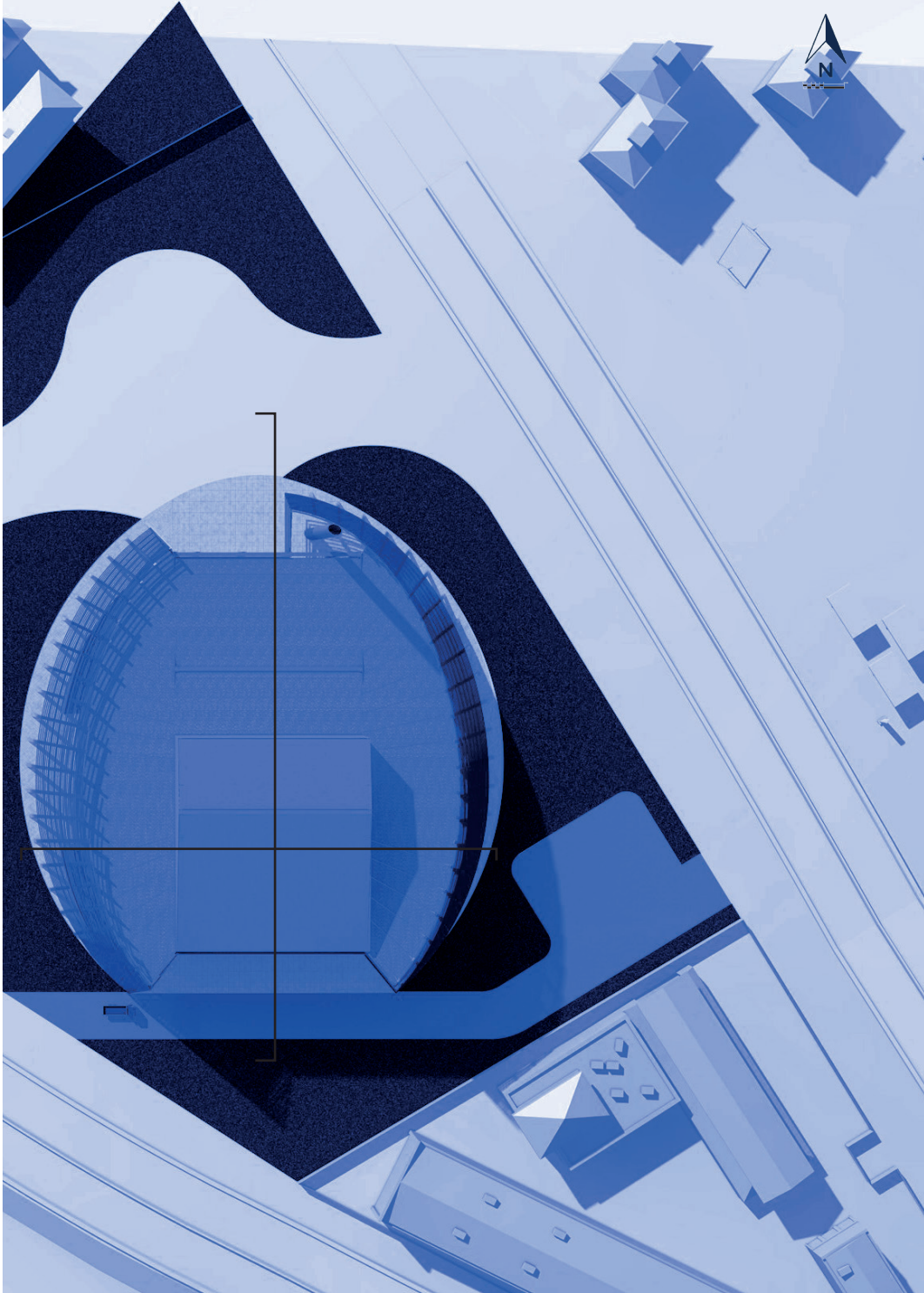


Fig. 27 Vista Plano General Proyecto_Elaboración Personal, 2019



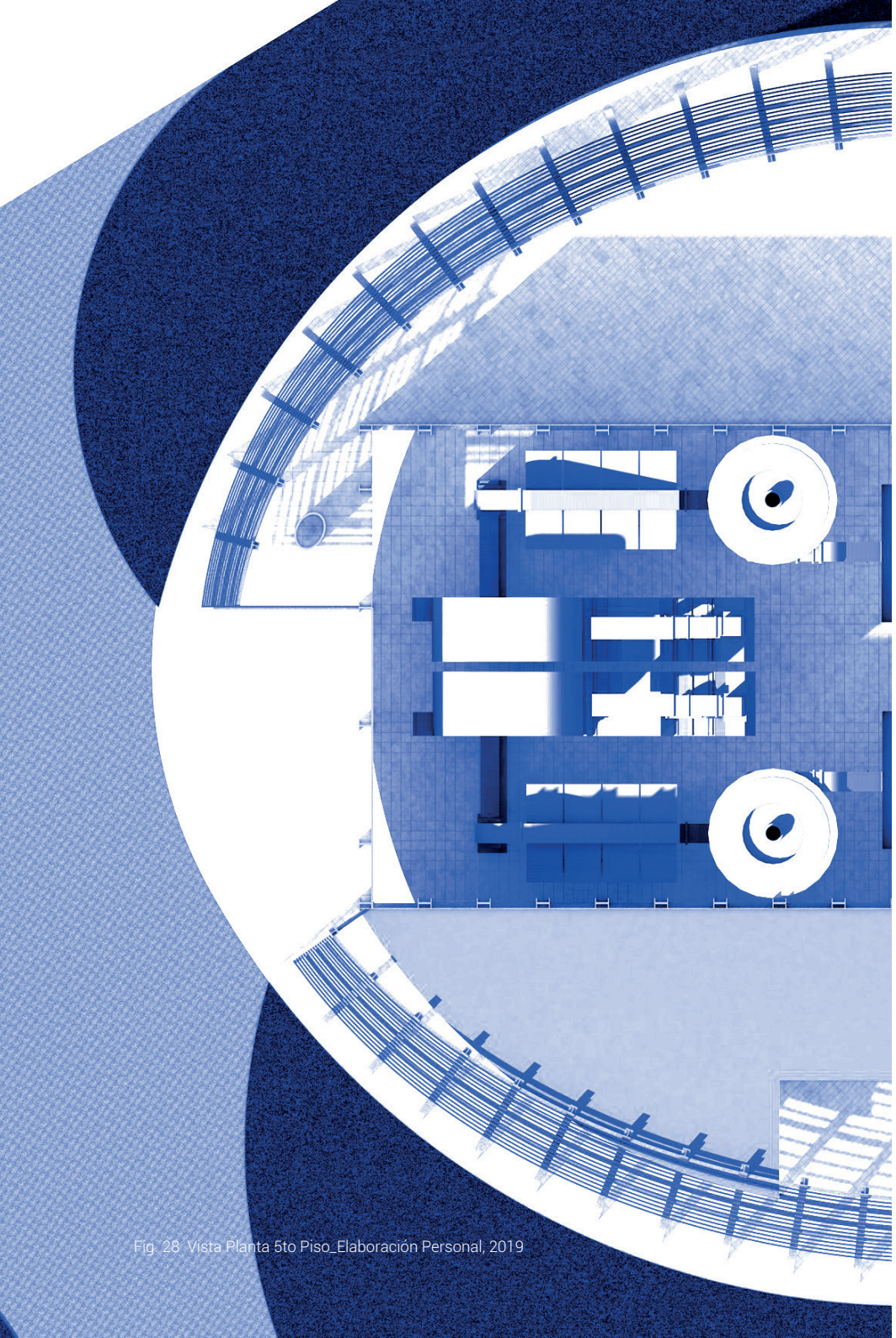
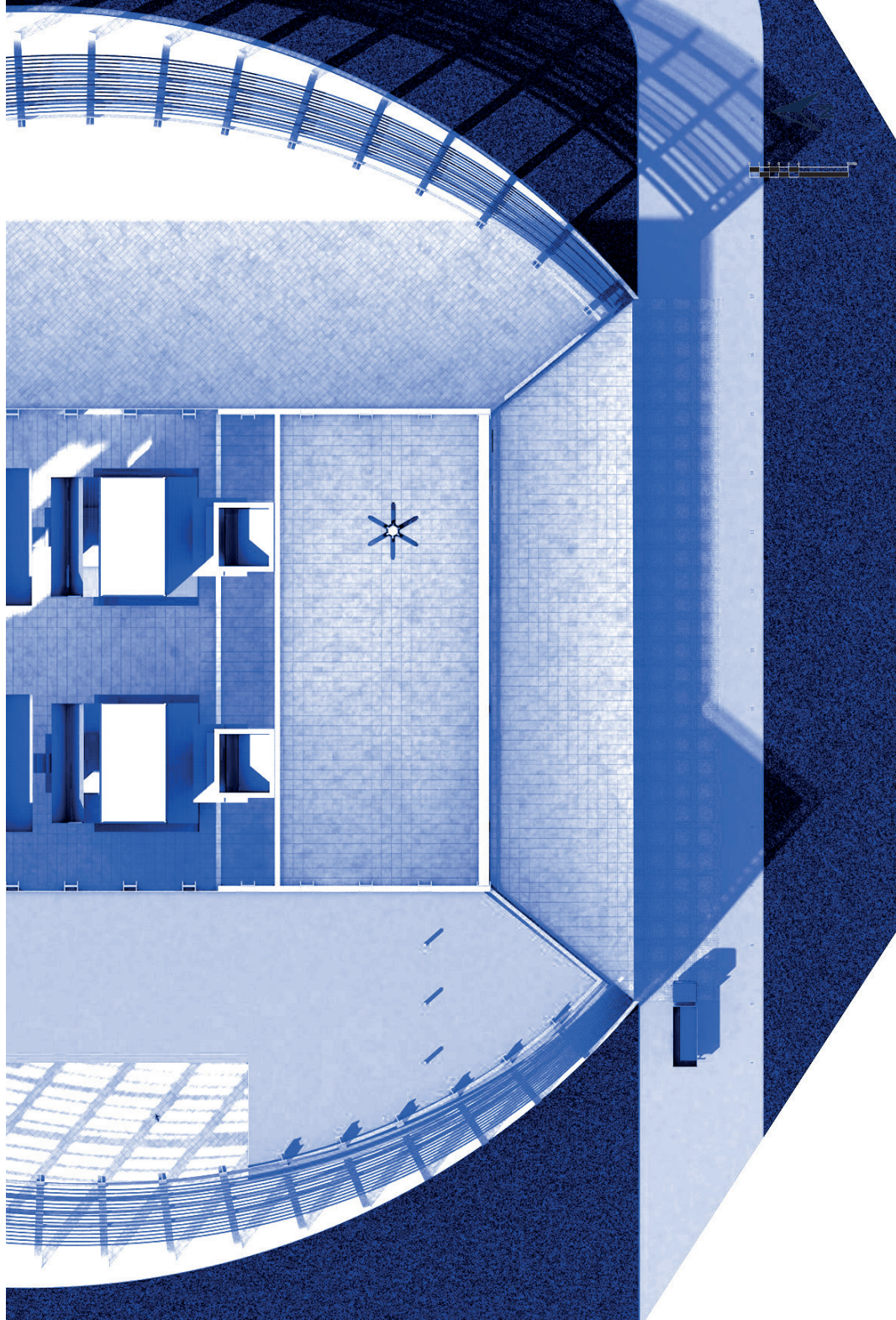


Fig. 28 Vista Planta 5to Piso_Elaboración Personal, 2019



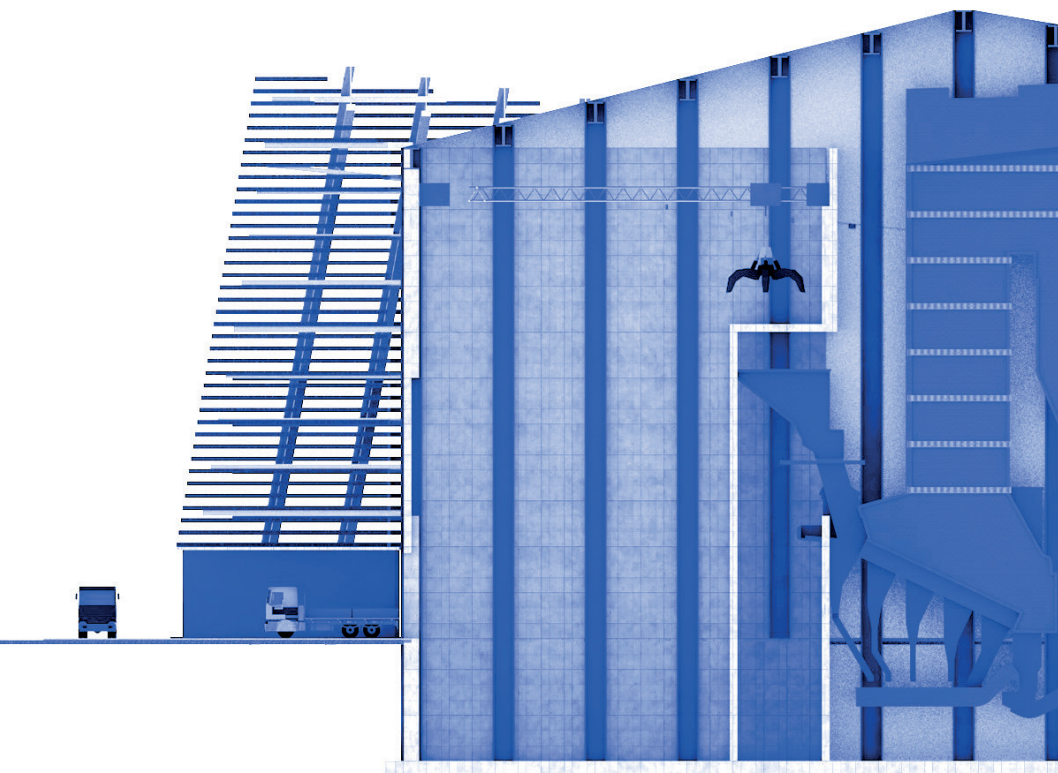
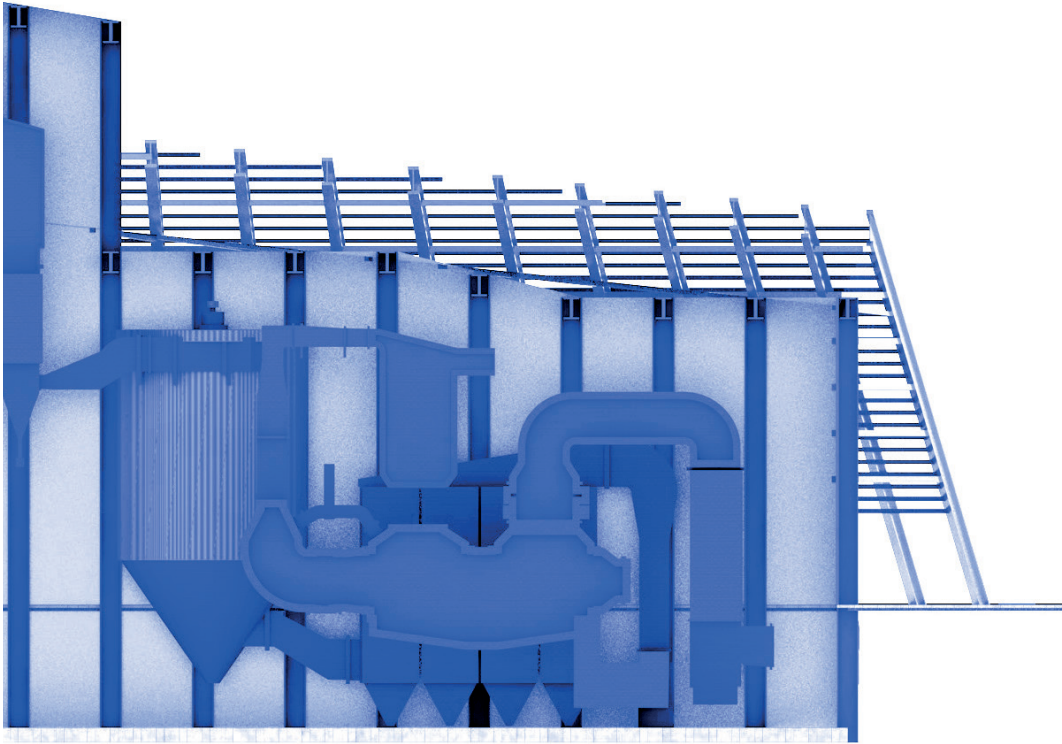


Fig. 29 Vista Sección Longitudinal_Elaboración Personal, 2019



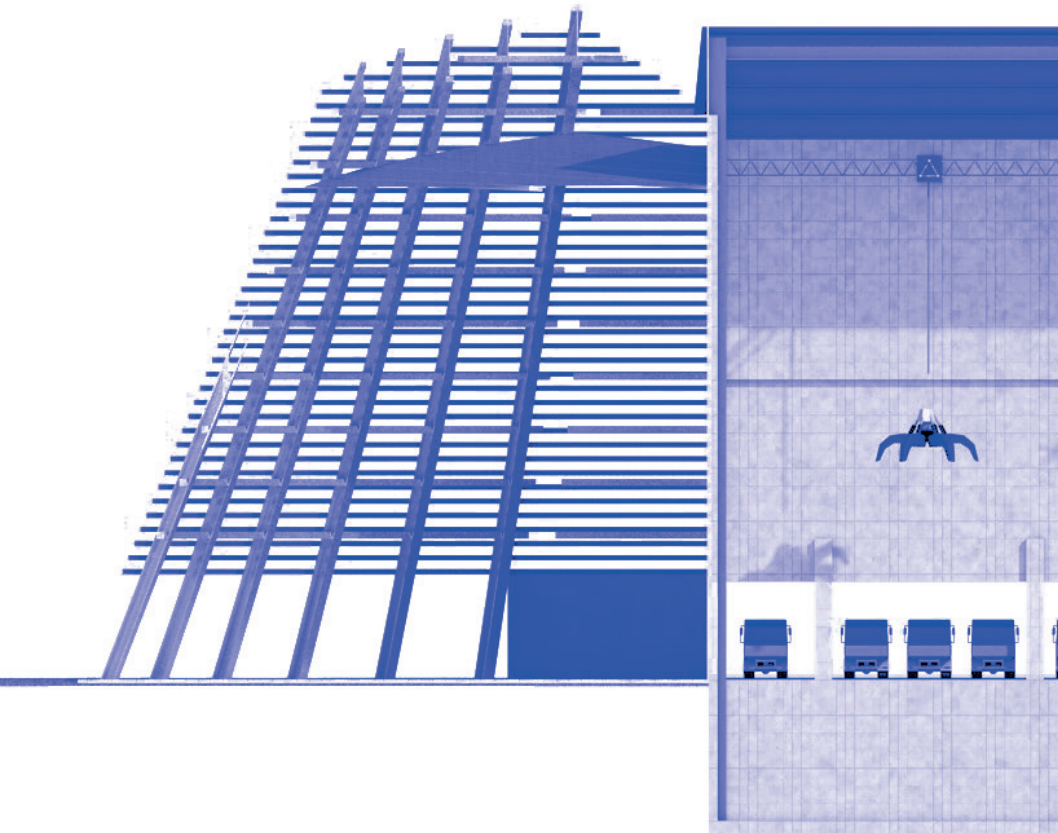
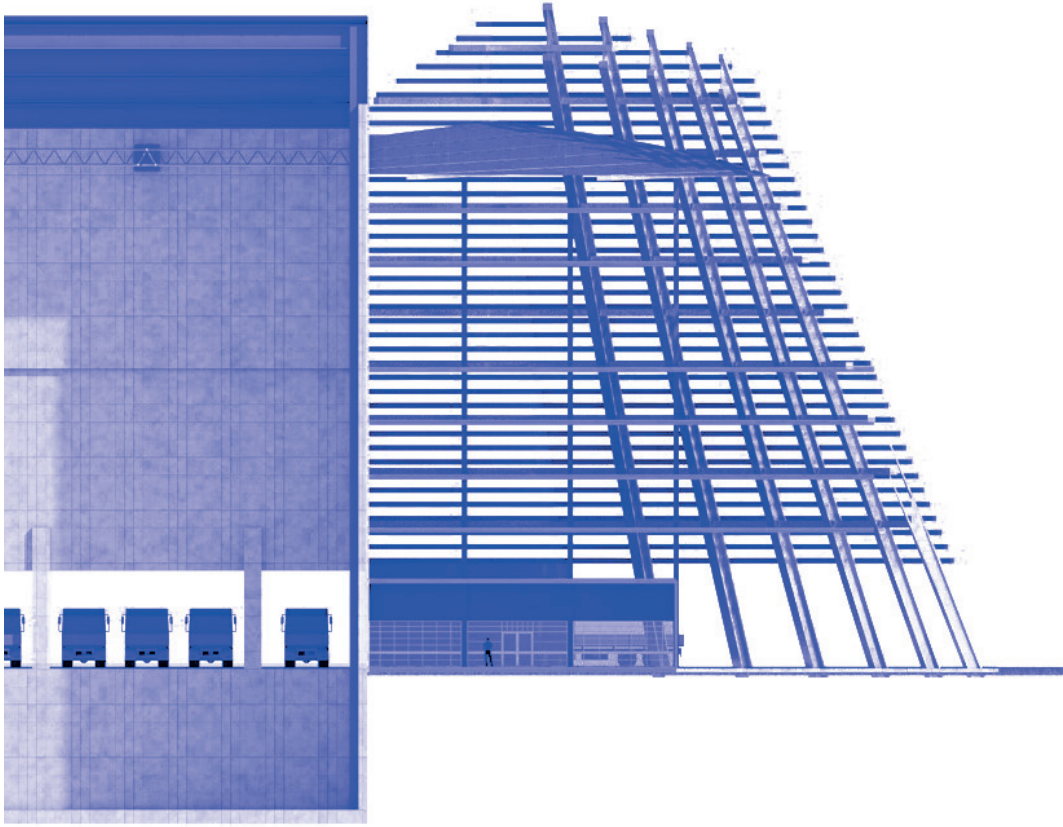


Fig. 30 Vista Sección Transversal_Elaboración Personal, 2019



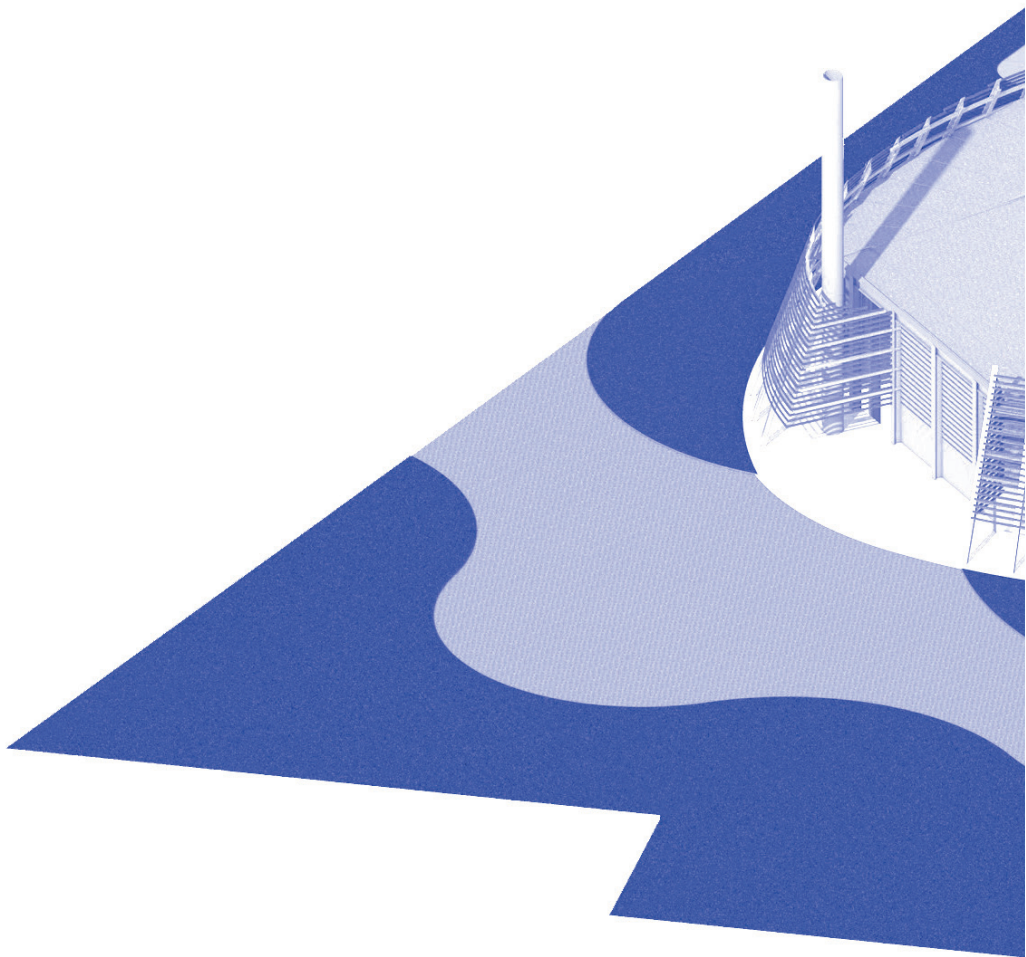
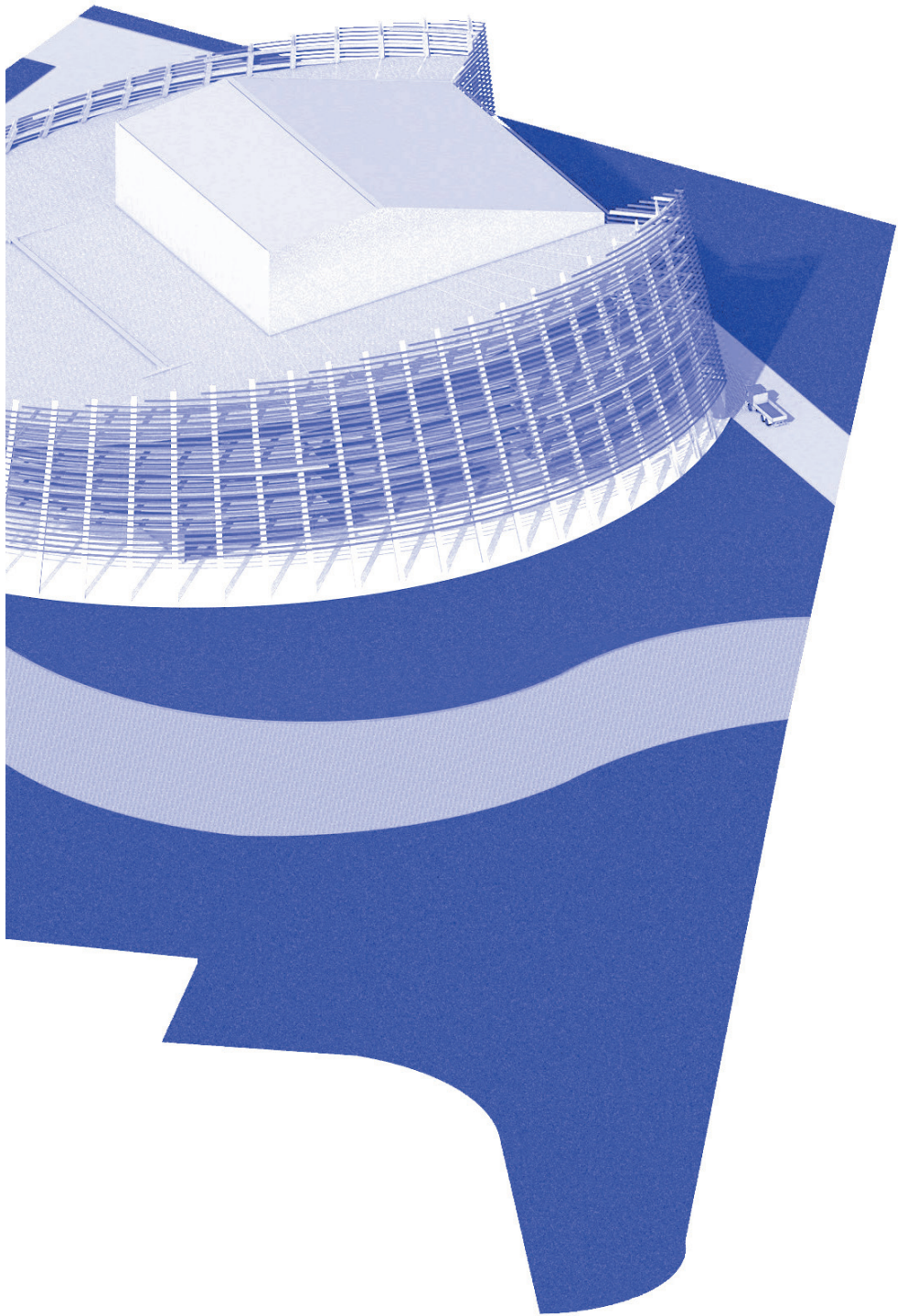


Fig. 31 Vista Isométrica_Elaboración Personal, 2019



08_CIERRE

Comentarios finales, Bibliografía y Otros

Comentarios Finales

Es importante destacar que al momento de entrega de la memoria, el proyecto de título aún se encuentra etapa de desarrollo y especificación, por lo que toda imagen relacionada al proyecto de título tiene carácter únicamente referencial y no es representativo del proyecto definitivo.

Esta memoria pretende dar cuenta de las decisiones y bases teóricas que se llevaron a plantear este anteproyecto. Como se mencionó en el comienzo, la búsqueda se centró en generar un proyecto con una implicación real en el desarrollo social de las ciudades, por ende el desafío de un elemento industrial fue una manera interesante de realizarlo.

La escala de este proyecto presentó muchos contratiempos a la hora de diseñar, debido a la costumbre del arquitecto a diseñar para una escala humana, sin embargo se logró aterrizar a través de diversas iteraciones que fueron dándole forma al proyecto.

El desafío teórico de generar un proyecto híbrido, con programas incompatibles en el papel, fue más una motivante que un problema, dándole sentido a muchas de las decisiones de diseño en torno al parque, su ubicación en torno a la planta, y las interacciones entre el funcionamiento de esta y sus ocupantes.

Se agradece la decisión de tomar el desarrollo tecnológico como una herramienta programática, evidenciando lo necesaria que es la multidisciplina y la conversación entre la arquitectura y otras profesiones para lograr generar obras que tengan un impacto.

Se considera que es un proceso satisfactorio tomando en cuenta la magnitud de problemas a resolver, considerando los requerimientos técnicos detrás de una planta de generación de energía, como llevarlo a una escala humana, como mezclarla de forma adecuada con un parque ecológico abierto a la comunidad y lograr congeniar estas dos realidades a través de esta hibridación programática, que active el contexto con el proyecto como hito central.

Bibliografía

Alcaldía de Santiago de Cali. (2012). Delegados en Suecia, Un país líder en reciclaje. Santiago de Cali.

Ecoticias. (03 de Mayo de 2017). Ecoticias. Obtenido de Efectos sobre la salud y el medioambiente de los vertederos.: <https://www.ecoticias.com/residuos-reciclaje/135568/Efectos-sobre-la-salud-y-el-Medio-Ambiente-de-los-Vertederos>

OCDE. (2016). Enviromental performance reviews: Chile 2016 . Obtenido de http://www.oecd-ilibrary.com/enviroment/oecd-enviromental-performance-reviews-chile-2016_9789264252615-en

Pöyry;EBP. (2018). Estudio de Factibilidad de una Planta Waste to Energy para la Región Metropolitana. Santiago: Gobierno Regional Metropolitano de Santiago.

Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA) (2010) Primer reporte del manejo de residuos sólidos en Chile. Santiago, Chile.

Profesional, R. (08 de Septiembre de 2015). residuosprofesional.com. Obtenido de Residuos Profesional: <https://www.residuosprofesional.com/millones-toneladas-residuos-urbanos/>

Yévenes, P. (03 de Agosto de 2012). El 68% de los vertederos opera al margen del reglamento sanitario. El Mercurio, pág. Reportajes Pág. 12.

Frers, C. (2013) Basura: Un problema con el que nadie se quiere manchar. Waste Magazine (Online) Disponible en: <http://waste.ideal.es/basura2.html> Recuperado el 02 de Noviembre de 2018

Alerta, basura! - El Esquiu. (2019). Elesquiu.com. Recuperado 20 Enero 2019, a partir de <https://www.elsesquiu.com/sociedad/2017/10/22/alerta-basura-264461.html>

BIG | Bjarke Ingels Group. (2019). Big.dk. Recuperado 18 Febrero 2019, a partir de <https://big.dk/#projects-arc>

Chile lidera generación de basura per cápita en Sudamérica | La Tercera. (2019). Latercera.com. Recuperado 03 Marzo 2019, a partir de <https://www.latercera.com/noticia/chile-lidera-generacion-basura-per-capita-sudamerica/>

Ficha Licitación. (2019). Mercadopublico.cl. Recuperado 24 Mayo 2019, a partir de <http://www.mercadopublico.cl/Procurement/Modules/RFB/DetailsAcquisition.aspx?qs=wVf5P2671ZYaNFKPG/OXvw==>

Globalmethane.org. (2019). Globalmethane.org. Recuperado 12 Agosto 2018, a partir de https://www.globalmethane.org/documents/landfill_fs_spa.pdf

Incineración de basura: el modelo europeo que podría adoptar Buenos Aires. (2019). Clarin.com. Recuperado 12 de Agosto 2018, a partir de https://www.clarin.com/ciudades/incineracion-basura-modelo-europeo-podria-adoptar-buenos-aires_0_SyhPHY7df.html

Ojeda, S., Muñoz, R., González, F. (1998) Análisis estadístico del comportamiento de los residuos sólidos domiciliarios en una comunidad urbana. Frontera Norte, Vol. 10, N° 19. Baja California, México.

Spittelau | waste-to-energy plants | Energy generation | Energy supply | About us | Wien Energie. (2019). www.wienenergie.at. Recuperado 24 Agosto 2018, a partir de <https://www.wienenergie.at/eportal3/ep/channelView.do/pageTypeld/67860/channelId/-51715>

SEREMI de Salud RM (2010) Sitios de disposición final de residuos domiciliarios en la Región Metropolitana. Subdepartamento de Entorno Saludable. Santiago, Chile.

Suecia recicla un asombroso 99 % de su basura. (2019). EcoInventos. Recuperado 02 Abril 2019, a partir de <https://ecoinventos.com/suecia-recicla-un-asombroso-99-de-su-basura/>

13, T. (2019). [VIDEO] Basurales en la puerta de ingreso a Chile. <https://www.facebook.com/teletrece>. Recuperado 12 Marzo 2019, a partir de <https://www.t13.cl/videos/nacional/video-basurales-puerta-ingreso-chile>

Bjarke Ingels "Hedonistic Sustainability". (2019). YouTube. Recuperado 21 June 2019, a partir de <https://www.youtube.com/watch?v=PpMDkQbye0A&feature=youtu.be>

Normativa Consultada

- OGUC Actualizada al 21 de Abril del 2016
- Ley General de Urbanismo y Construcciones
- Plan Regulador Comunal Renca
- Plan Regulador Metropolitano de Santiago
- D.S594 Artículo 23,25-26 y 46: Reglamento sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en lugares de trabajo.
- Ley 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente
- Artículo 11 Ley 19.300 Pertinencia de declaración o estudio de impacto ambiental.

Listado de Figuras

Fig. 1 Basura Río Mapocho_ Plataforma Urbana,2016	6
Fig. 2 Carrera del reciclaje_OCDE, 2013	17
Fig. 3 Elaboración Propia con datos de Google Earth	18
Fig. 4 Elaboración Propia con datos de Seremi Metropolitana de Medio Ambiente	19
Fig. 5 Esquema etapas de desarrollo sustentable_Elaboración Personal, 2019	23
Fig. 6 ARC en etapas finales de construcción_Big.dk,2019	29
Fig. 7 Splittelau Waste to Energy Power Plant_hiveminer.com,2015	30
Fig. 8 Gráfico Manejo de Residuos en Europa_Elaboracion Personal con datos obtenidos de EUROSTAT2017	36
Fig. 9 West Palm Beach Ref2_Colección Personal en Visita a Planta,2018	38
Fig. 10 Planimetría Referencial Línea de Producción West Palm Beach REF2_B&W, 2013	40
Fig. 11 Polígono Terreno_Elaboración Personal en base a imagen satelital Google Earth,2019	48
Fig. 12 Plano Contexto_Elaboración Personal,2018	50
Fig. 13 Vista lateral mirando al oeste mostrando una de tres líneas de proceso. (No se muestra: generador de turbina detrás y recuperación de metales / gestión de cenizas en primer plano)	52
Fig. 14 Esquema Procesos Waste To Energy_Elaboración Personal, 2016	53
Fig. 15 Esquema Waste to Energy_ Elaboración Propia en base a imagenes B&W, 2019	54
Fig. 16 Esquema Gestión de Emisiones_Elaboración Personal, 2019	59
Fig. 17 Configuración Terreno_Elaboración Propia, 2019	66
Fig. 18 Esquema Proyecto_Elaboración Propia, 2019	67
Fig. 19 Esquema Proyecto_Elaboración Propia, 2019	68
Fig. 20 Esquema Proyecto_Elaboración Propia, 2019	69
Fig. 21 Esquema Proyecto_Elaboración Propia, 2019	70
Fig. 22 Esquema Proyecto_Elaboración Propia, 2019	71
Fig. 23 Esquema Proyecto_Elaboración Propia, 2019	72
Fig. 24 Esquema Proyecto_Elaboración Propia, 2019	73
Fig. 25 Programa Preliminar Anteproyecto_ Elaboración Propia,2019	75

Fig. 26 Esquema estructura_Elaboración Propia, 2019	76
Fig. 27 Vista Plano General Proyecto_Elaboración Personal, 2019	80
Fig. 28 Vista Planta 5to Piso_Elaboración Personal, 2019	82
Fig. 29 Vista Sección Longitudinal_Elaboración Personal, 2019	84
Fig. 30 Vista Sección Transversal_Elaboración Personal, 2019	86
Fig. 31 Vista Isométrica_Elaboración Personal, 2019	88

HIBRIDACIÓN PROGRAMÁTICA INDUSTRIAL EN CONTEXTOS URBANOS PARQUE DE TERMOVALORIZACIÓN RENCA

Memoria Proyecto de Título
Renato Leyton
Profesor Guía Gabriela Manzi

2019



