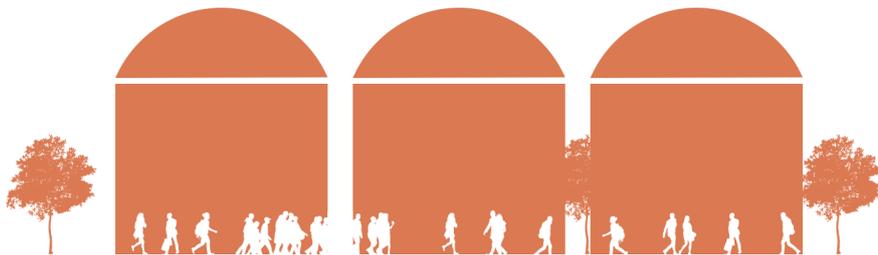


Tensión industria-ciudad

Planta de Biogás y Centro Cívico



Los residuos como
materia prima

Planteamiento Integral del Problema de Título

Semestre Otoño 2022

Thalía Reyes
Profesor guía: Diego Rossel

Índice

00	Motivaciones	6	01	Introducción	8
02	Problemática	12	03	Marco Teórico	22
	A.1 Contexto histórico: (in)acciones del gobierno respecto a los residuos y la dependencia de la ciudad a los rellenos sanitarios	14		A.1 Tecnologías de tratamiento de residuos orgánicos propuestas por la ENRO: comparaciones, elección y cuantificación de beneficios del programa escogido	24
	A.2 Contexto histórico: Los problemas sociales ligados a la ubicación de los rellenos sanitarios	16		A.2 Planta industrial de biogás: Partes, funcionamiento y referentes mundiales para dimensionamiento	26
	B.1 Actualidad: Generación de residuos de la RM, la fracción orgánica y la valorización general de estos	18		B.1 Casos de estudio: conexión industria y ciudad	28
	B.2 Hacia el futuro de la ciudad: Las propuestas del Gobierno para enfrentar la problemática de los residuos urbanos y su fracción orgánica	20		C.1 Conclusiones casos de estudio y estudio de referentes de planta de biogás	32
04	Lugar	34	05	Proyecto	42
	A Consideraciones y criterios principales: elección del barrio en reconversión	36		A Línea base de proyecto, intenciones y alcances	44
	B Polígono de interés: análisis	38		B.1 Definiciones de programa: dimensionamiento de la Planta de Biogás en base a un Sistema de Tratamiento Intercomunal	46
	C Área de interés: criterios de elección de terreno y elección	40		B.2 Definiciones de programa: Flujo de gestión de la Planta de Biogás y definición de programas complementarios	48
				C Estrategias de diseño y partido general	50
				D Sustentabilidad del proyecto y financiamiento	52
				E Planimetría: Planta nivel 1	54
06	Bibliografía	56			

00 | Motivaciones

La ciudad es un sistema en constante movimiento, desarrollándose y adaptándose a los nuevos requerimientos, sin embargo, existen problemas no resueltos que están presentes desde la creación de las urbes. Es tal la magnitud de estos problemas, que las soluciones ofrecidas sólo satisfacen por un cierto período de tiempo, las cuales quedan obsoletas generalmente cuando las urbes expanden sus límites y/o se densifican. Uno de estos grandes problemas son los residuos orgánicos, en cuanto a su gestión y tratamiento.

Como habitante de comuna periférica, específicamente de una que posee una Estación de Transferencia y, antaño un vertedero, el Vertedero Cerros de Renca, he podido apreciar en primera persona las consecuencias de una mala gestión y tratamiento de los residuos: olores que llegan hasta las zonas residenciales, contaminación de las napas subterráneas y, por ende, del agua potable de la comuna; proliferación de vectores como los roedores; y, por otro lado, como mencionaba Sabatini, cuando una comuna acepta una actividad no deseada, es candidata para situar en ella otras actividades no deseadas (zona de sacrificio). Además de lo anterior, es fácil percibir un aumento de los residuos relacionado con el aumento de la densificación en las urbes, lo cual se traduce en un déficit a largo plazo de los rellenos sanitarios (los cuales no son finitos; parece lógico, pero nuestra forma de consumir recursos no sigue esa lógica).

A partir de todo lo anterior, es que mi interés radica en poder investigar y, eventualmente, ofrecer vistas de otro camino en materia de los residuos, específicamente de los orgánicos debido a que son estos, por su característica húmeda, los que producen la contaminación en el territorio, y cómo esta problemática podría observarse desde otro punto de vista aplicando la arquitectura en conjunto con un "nuevo" (en latinoamérica) estilo de industria, la cual se ajusta a los requerimientos contemporáneos de sustentabilidad y economía circular.

01 | Introducción

01 | Introducción

La ciudad está constantemente recibiendo y desechando, lo que significa un perpetuo venir de alimentos, materiales, objetos y otros elementos necesarios para su subsistencia, que luego, al transformarse en desechos, son llevados a terminar su vida útil en un relleno sanitario en el mejor de los casos. Ambos (lo que se recibe y lo que se desecha) se obtienen o gestionan a través de procesos industriales cuyas características contaminantes no permiten que se esta infraestructura se emplace dentro de la ciudad, por lo cual son trabajados en la periferia, sacrificando una parte del territorio, usualmente una zona vulnerable.

Los residuos: contexto mundial

Considerando que la población urbana mundial siempre está creciendo, los problemas no resueltos de la ciudad crecen también, siendo uno de ellos el problema permanente de la gestión de los residuos sólidos urbanos (RSU). A pesar de que la mayor parte de la composición de los RSU sean orgánicos, no se les ha dado la importancia para llevar a cabo una solución concreta, lo cual se ve reflejado en su mala gestión a nivel mundial, ya que se sigue en la lógica de la economía lineal cuya incidencia cae directamente en la capacidad de los rellenos sanitarios para acumular, y los cuales además se transforman en peligrosos focos de contaminación difíciles de mitigar.

Los residuos: contexto nacional

En el contexto nacional esto no difiere, ya que a pesar de producir una gran cantidad de desechos, la mayor parte de estos se llevan a disposición final (relleno sanitario, vertedero a cielo abierto, o microbasurales, entre otros) en sectores periféricos, siendo la Región Metropolitana la que, con una producción de desechos proporcional a su cantidad demográfica, debe lidiar con la mayor generación de basura a nivel país.

Esto último, en conjunto con el aumento del interés mundial en materia de sustentabilidad y economía circular, ha suscitado el actuar del Ministerio del Medio Ambiente, el cual ha elaborado una serie de Estrategias cuyo origen está en la promulgación del Marco para la gestión de residuos, la Responsabilidad Extendida del Productor, y Fomento al Reciclaje, primer marco jurídico en Chile que promueve la economía circular. Gracias a esto, se produjo la elaboración

de la Hoja de Ruta Hacia una Economía Circular, del cual se desprende la Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos Chile 2040, primera en proponer un tratamiento específico para esta fracción de los residuos sólidos urbanos.

La Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos (ENRO) tiene como meta pasar de valorizar actualmente el 1% de estos residuos a un 66% al 2040; para esto, propone modificar los instrumentos de planificación territorial con el objetivo de que la ciudad se haga cargo de sus residuos dentro de los límites urbanos, acción que hoy no se puede llevar a cabo debido a que la norma que regula el uso de suelo no lo permite gracias a la noción que se tiene de que esto conlleva un proceso industrial contaminante, sin embargo, ¿cómo podríamos alcanzar esa meta en 18 años si no repensamos la conexión entre la ciudad y la industria?

Nuevas tecnologías para tratamiento de residuos

Hoy, a través de avances tecnológicos cuyo enfoque es la economía circular, se pueden utilizar procesos industriales limpios (no contaminante) para gestionar la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos (FORSU) dentro de los límites de la ciudad sin que signifique un peligro para la misma, pudiendo además obtener beneficios del proceso.

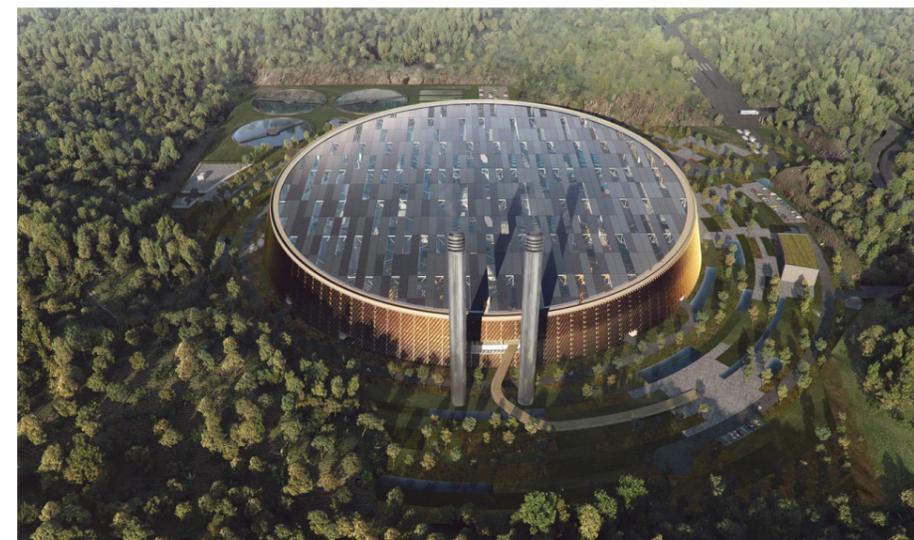
Existen algunos ejemplos a nivel mundial de que es posible reincorporar un proceso industrial, ahora no contaminante, a la ciudad por medio de la arquitectura, además también de aportar con espacios a la ciudad debido al mix programático que ofrece. Uno de estos ejemplos es la Planta de energía Copenhill de BIG, que se encarga de convertir los desechos en energía a través de tecnología limpia, que además combina programas de esparcimiento y educativos, pudiendo de esta forma abrirse a la ciudad y enmarcarse más allá del límite común de mera infraestructura urbana.

A partir de todo lo anterior, el foco de esta memoria es la valorización de la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos, lo cual se pretende resolver con arquitectura mediante la indagación sobre la pregunta: ¿cómo podemos formar una conexión, basado en la economía circular, entre un proceso industrial limpio y la ciudad a través de la arquitectura?



Upsala Power Plant

Fuente: Plataforma Arquitectura



Shenzhen Waste-to-energy Power Plant

Fuente: Plataforma Arquitectura



Copenhill Waste-to-energy Power Plant

Fuente: Plataforma Arquitectura

02 | Problemática

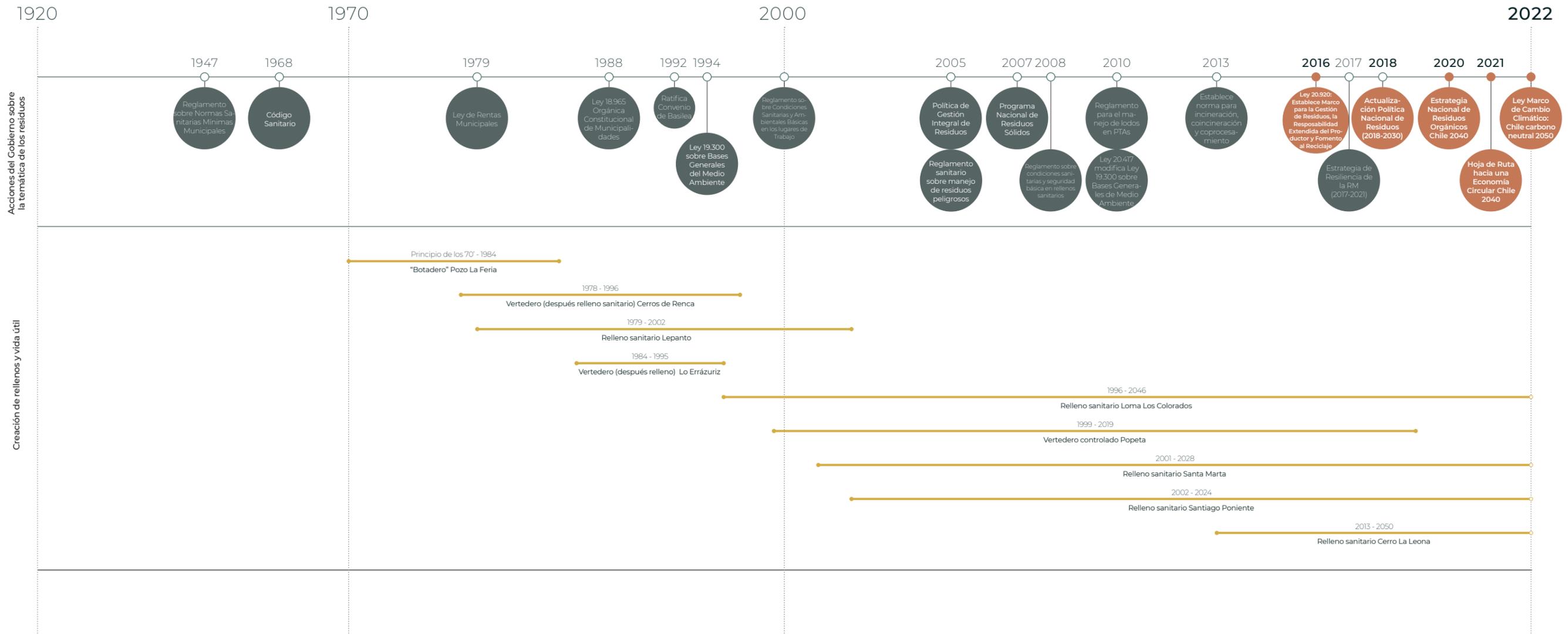
La **problemática de los residuos** está fuertemente ligada a las acciones del Gobierno (Políticas Públicas, Leyes, Normas, etc), la **Planificación territorial y urbana, el medio ambiente y la esfera social**, principalmente en el ámbito de la desigualdad y la segregación (Sabatini, 1996). En esta misma línea, cabe mencionar que esta es un tema con el que el gobierno, la ciudad y la población, principalmente, han tenido que lidiar desde la **creación de la ciudad en sí misma**, y a la cual **aun no se le otorga una solución concreta**.

Para contextualizar y exponer la atemporalidad de esta problemática, se citarán diversos autores de diferentes épocas, destacando a Francisco Sabatini, cuyas investigaciones y acotaciones, a pesar de haber salido a la luz hace más de 20 años, podrían sacar una radiografía actual de la ciudad y sus desigualdades en este tema, por lo que aun es vigente. Para finalizar la contextualización, y en cuanto al modelo de ciudad, se considerará un lineamiento general de la ciudad Latinoamericana otorgado por Borsdorf, en relación al vínculo del cambio de sistema económico con sus repercusiones sociales, fuertemente conectados a la ubicación de rellenos sanitarios.

Por otro lado, se expondrá el contexto actual de los residuos a nivel nacional en cuanto a la generación anual y su valorización (valorización entendido como otro uso, observándolo como materia prima y no como desecho), destacando a la Región Metropolitana (debido a su cantidad poblacional). Por último, se enlazará esto con las acciones recientes del Gobierno y su visión a futuro, **base de la formulación del proyecto**.

02 Problemática

A.1 Contexto histórico: (in)acciones del gobierno respecto a los residuos y la dependencia de la ciudad a los rellenos sanitarios



Fuente: Elaboración propia

Los **rellenos sanitarios**, como infraestructuras indispensables para un buen funcionamiento de la ciudad, son beneficiosos para una mayoría de la población, sin embargo, **significa un costo elevado en cuanto a impacto ambiental, económico, social y cultural para la población aledaña y la comuna que lo recibe** (Gaymer, 2021) debido a que, al establecerse una actividad no deseada, esto "atrae" a otras actividades no deseadas. Ejemplo de esto es la comuna de Til Til, hogar hoy de dos de los rellenos más importantes de la Región y que, además, alberga una industria minera que deposita sus desechos (relaves) en su territorio.

Es en este sentido que, en primer lugar, se quiere evidenciar la **poca y nula compañía de parte de las Leyes y Políticas Públicas, en conjunto con normas y otras acciones de esta índole, no tan solo para regular esta infraestructura en sí misma (rellenos sanitarios),**

sino que también el **abandono que atemporalmente ha tenido la problemática**, ya que a pesar de que el problema de los **residuos** ha estado presente desde el comienzo de las urbes, **es recién desde 1994 donde se toma como un factor medio ambiental importante** (Ley 19.300), pero es solo desde 2005 que se busca **generar un marco regulatorio y establecer medidas de fiscalización y mejora en la gestión de los diferentes residuos sólidos, aunque de forma pobre y centralizada en el territorio** (se sacrifica una comuna para el beneficio de las demás).

Por otro lado, se destaca también que sólo a partir de 2008 se crea un reglamento de condiciones sanitarias y seguridad básica en los rellenos sanitarios, por lo tanto, antes de ese tiempo, hubo una **serie de contaminaciones ambientales severas por la mala gestión de los residuos** (filtración de líquidos lixiviados, ries-

gos de explosión por la acumulación de gas meta-nos, entre muchos otros). Caso emblema de esto es el conflicto ambiental generado por el vertedero Lo Errázuriz, primer vertedero oficial que se instaló en Chile (Gaymer, 2021) que sólo recientemente se reconvirtió en parque urbano (Gobierno Regional RM, 2020) y cuyas consecuencias ambientales perjudicaron a la población aledaña (establecida a escasos 50 metros) a esta actividad en esa época.

Aunque se evidencie una clara **dependencia a situar nuestros residuos en rellenos sanitarios**, es recién en el año 2016, cuando se aprueba la **Ley REP, primer marco jurídico en Chile que promueve la economía circular** (Estrategia Nacional de Residuos Sólidos, 2018), cuya finalidad es **disminuir la generación de residuos, aumentar la valorización, reutilización y reciclaje y proteger la salud humana y la del medio**

ambiente (Estrategia Regional de Residuos Sólidos, 2018). Gracias al inicio de esta nueva concepción de los residuos (materia prima reutilizable y no basura) a nivel nacional (aunque tardía respecto a los países de América del Norte, Europa y Asia), despertó también el **interés hacia los residuos orgánicos, materia prima producida en enormes cantidades en las urbes, y cuyas consecuencias de una mala gestión** (no sólo a nivel del macro territorio -transporte y gestión- sino que también a nivel del territorio que abarca el emplazamiento de un relleno sanitario) **pueden provocar consecuencias graves para el entorno.**

Esto se produce también gracias a que el **Ministerio del Medio Ambiente pretende que cada desecho producido que pudiese reutilizarse de alguna forma** (sea orgánico o inorgánico), se reintroduzca al sistema productivo mediante la creación de la Hoja de Ruta hacia una Economía Circular (2021). **Es en consecuencias de estas acciones, que surge el interés de este trabajo.**

02 Problemática

A.2 Contexto histórico: Los problemas sociales ligados a la ubicación de los rellenos sanitarios

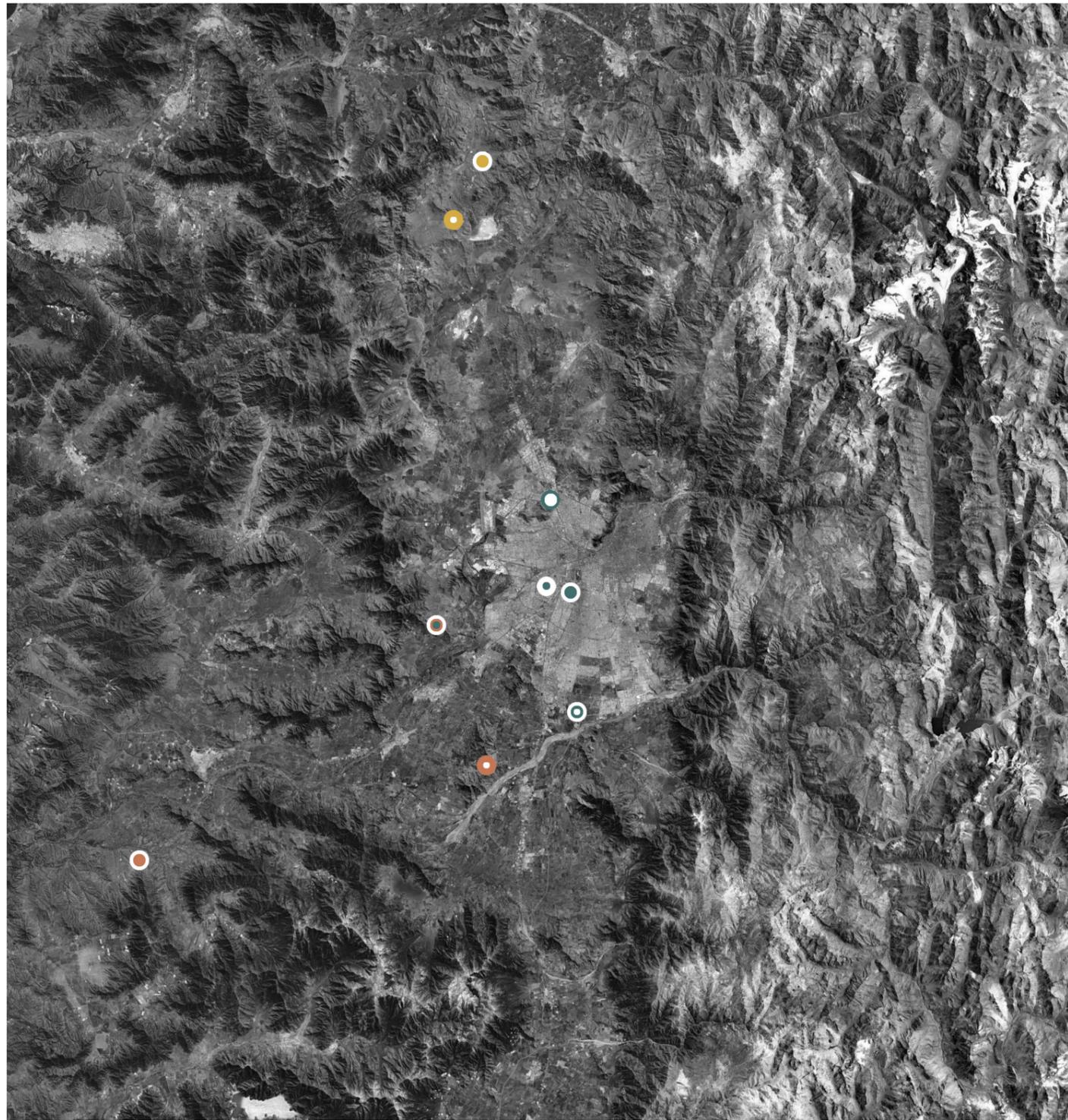
Como expuso Bornsdorf en *el modelo de desarrollo estructural de la ciudad latinoamericana* (2003), Santiago, ciudad que atravesó por transformaciones similares a sus ciudades vecinas en Latinoamérica, influenciadas principalmente por el ámbito económico, que desencadenó en una "evolución" en la forma de concebir y planificar la ciudad, se enmarcó como consecuencia dentro de lo que hoy conocemos como ciudad fragmentada.

Para llegar a lo que es hoy (fragmentada), pasó por otros sistemas estructurales del territorio (considerando los modelos de ciudad), en donde cada uno compartía que la jerarquización social se daba en función del poder económico de cada sector. Este factor, imprescindible a considerar dentro de este trabajo, condicionó la forma en que se planificó la ciudad para, a expensas de unos, beneficiar a otros (Sabatini & Lerda, 1996).

A modo de comprender cómo los rellenos sanitarios llegaron al lugar donde se encuentran (o encontraban) emplazados, debemos entender primero cómo la fuerza económica de un grupo conformado por la élite moldeó la ciudad principalmente bajo sus intereses, dando paso a la segregación espacial en Santiago (Sabatini, Cáceres & Cerda, 2004).

Durante el siglo XX, y bajo una fuerte influencia de la ciudad Europea, traída a nuestro país por el intercambio cultural entre ambos continentes en esa época, las familias de las elites se fueron concentrando en una sola zona de crecimiento que, en el caso de Santiago, ocurrió que tomó la forma de un cono, siendo el epicentro el Centro Histórico de Santiago, que crecía hacia el sector oriente. Sin embargo, al otro extremo se emplazaron las familias "marginales", agrupados en un sector periférico de extensas zonas de pobreza y cuyo equipamiento urbano era pobre también (Sabatini, Cáceres & Cerda, 2004).

Esta influencia de ciudad Europea comenzó a gestarse en Santiago a principios del siglo XX, la cual no solo incidió en las elites, sino que también en el Estado, cuya visión de ciudad se volcaba hacia el deseo de "construir una ciudad propia de un país desarrollado", idea que se remonta a 1872 por el intendente de ese entonces (Benjamín Vicuña Mackenna) que promovió ese año el Primer Plan de Transformación de Santiago, que consistía principalmente en crear un "camino de cintura" que "definiría la ciudad estableciendo los límites propios de ésta...creando la ciudad propia, sujeta a los cargos y beneficios del municipi-



Período 1970 - 2000				Período 2000 - 2022			
● Vertedero Cerros de Renca	Quilicura	● Vertedero Pozo La Feria	Pedro Aguirre Cerda	● Relleno sanitario Loma Los Colorados	Til - Til	● Relleno sanitario Stgo. Poniente	Maipú
● Vertedero Lo Errazuriz	Estación Central	● Relleno sanitario Lepanto	San Bernardo	● Relleno sanitario Cerro La Leona	Til - Til	● Relleno sanitario Santa Marta	Talagante
						● Vertedero Popeta	Melipilla

Ordenados de norte a sur

Mapa de ubicación de los rellenos sanitarios a través de la historia en la RM

Fuente: Elaboración propia

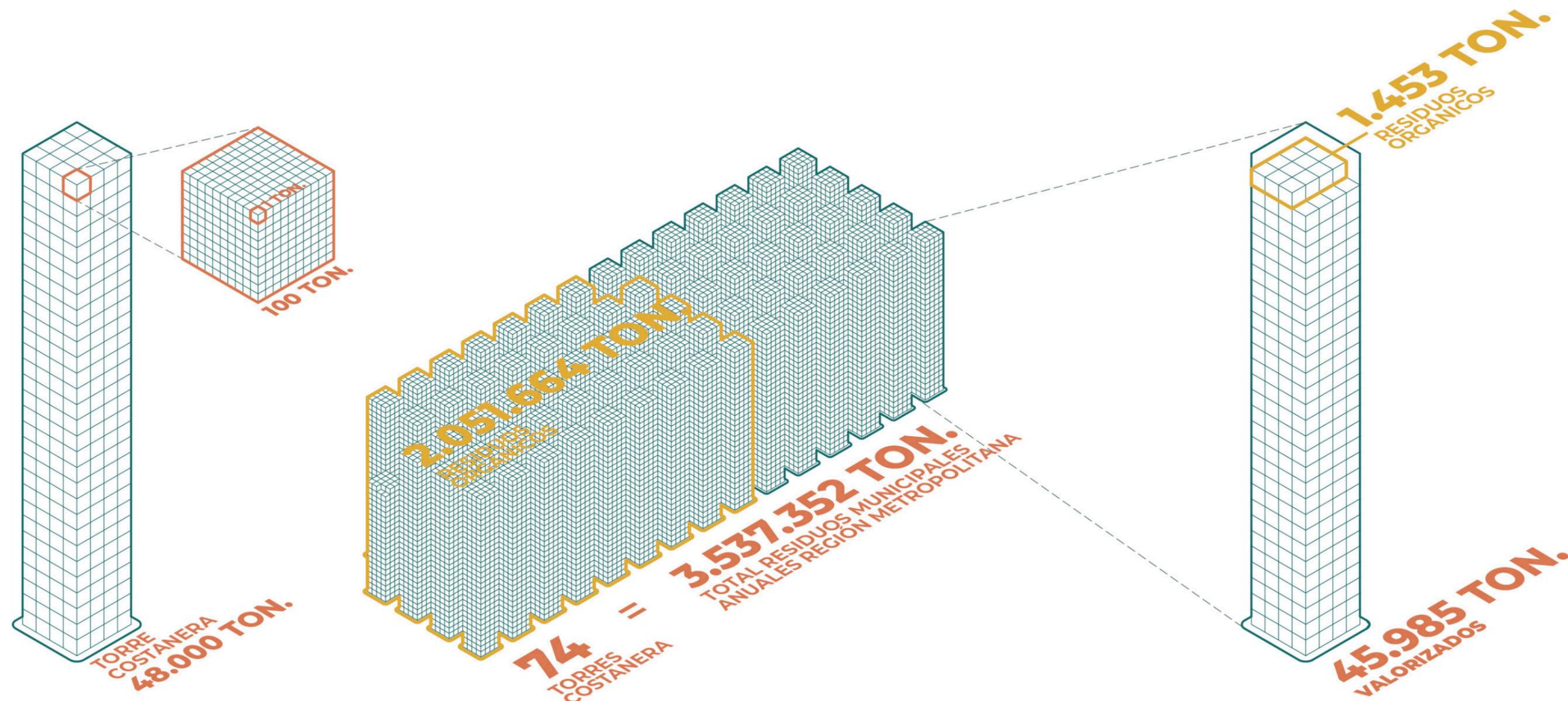
pio, y los suburbios, para los cuales debe existir un régimen aparte, menos oneroso y menos activo" (De Ramón, 1992). Esta idea se unió (hasta cierto punto) a la de Karl Brunner, urbanista vienés contratado para formular el plan de modernización urbana en 1929, que en su libro sobre Santiago (Brunner, 1932) da cuenta de una idea similar.

Lo anterior abarcó también la concepción acerca de los oficios llevados a cabo en la ciudad, relacionados al factor ambiental y las externalidades, ya que estos, debido a sus características negativas en cuando a ruidos, olores, aguas sucias, entre otros, vivían segregados en barrios especiales que aglomeraban este tipo de actividades, generalmente en una periferia de zonas pobres como una forma de que "pasaran desapercibidos". Hoy esto se sigue reproduciendo gracias a las normas de zonificación, que envían a la periferia (generalmente comunas con menos recursos) actividades molestas, como la gestión de los residuos urbanos.

En la actualidad, podemos observar que este modelo de ciudad no ha sufrido transformaciones en un sentido contrario, más bien, se ha mantenido la segregación residencial en base al factor socioeconómico, lo cual acompaña también la segregación de oficios, ahora a una escala industrial. Es en este sentido, que cabe destacar las últimas Estrategias de gestión de los residuos urbanos propuestas por el Gobierno, las cuales fomentan el reciclaje y la valorización de los materiales en función de un cambio de paradigma hacia estos, basados en la concepción de que no son desechos, sino materia prima.

Este cambio de concepto ha provocado en esta temática, la propuesta de esta institución hacia una descentralización de la gestión de los residuos, como sucede por ejemplo en la propuesta de la Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos Chile 2040 (Ministerio del Medio Ambiente, 2020), y la cual orienta la visión de las actividades de valorización (reutilización de residuos como materia prima de un proceso industrial) hacia un establecimiento de estas como parte de un equipamiento de la ciudad en vez de una actividad que debería invisibilizarse en las periferias.

Este nuevo acercamiento a la gestión de residuos podría, de forma inversa a lo que se estaba habituado, beneficiar a comunas periféricas gracias a que estas, a diferencia de las comunas centrales, poseen un mayor porcentaje de uso de suelo disponible, en conjunto con la disponibilidad para reconversión de ciertos barrios antaño industriales, hacia la densificación.



Dimensionar la generación anual de la RM en cuanto a residuos municipales, la cantidad de orgánicos que lo constituye y su valorización. Torre Costanera Center como objeto referencial
Fuente: Elaboración propia

En la actualidad, y gracias a la visibilización de los residuos como parte de un problema crítico de la ciudad, existen diversos instrumentos que monitorian desde el origen la generación de residuos, incluyendo además desde hace una década aproximadamente, el Sistema Nacional de Información Ambiental, el cual desde el 2013 elabora Reportes sobre el Estado del Medio Ambiente a nivel nacional.

Recientemente, elaboró y publicó el Sexto Reporte del Estado del Medio Ambiente (2021), en donde evidencia en uno de sus capítulos, la condición de los residuos a nivel nacional, el cual se tomará como referencia para identificar el contexto nacional actual.

El año 2019 se generaron 20 millones de toneladas de residuos, los cuales se clasifican primeramen-

te según dos orígenes: Peligrosos y no peligrosos. Dentro de la categoría de los no peligrosos (correspondiente al 96,9% de la cifra anterior) existen dos clasificaciones: los de origen industrial, los lodos de las Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas (PTAS) y los de origen municipal (generados en las urbes). Los residuos de origen municipal generados a nivel nacional constituyen el 39,9%, el cual en cifras corresponde a 7.711.723 toneladas.

Sin embargo, la cantidad de residuos municipales generados es directamente proporcional a la cantidad de población presente en una zona, por lo que la Región Metropolitana, al albergar el 41,4% de la cantidad demográfica a nivel nacional, se lleva los créditos de la región con mayor producción de residuos municipales, específicamente de un 45,7%,

lo cual en cifras equivale a 3.537.352 toneladas; para dimensionar la cantidad que produce, la región que la sigue es la de Valparaíso, que sólo genera un 10,1% del total nacional.

En esta misma línea, los residuos municipales se pueden clasificar a grandes rasgos en dos: los orgánicos (frutas, verduras, comida elaborada, etc) y los inorgánicos, el cual además se subdivide según el tipo de material (vidrio, plásticos, entre otros). El primero de estos, según la Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos Chile 2040 (MMA, 2020) corresponde al 58% de los residuos municipales generados a nivel anual, lo cual, para la Región Metropolitana, equivale a 2.051.664 toneladas. Esto último es una situación preocupante, considerando el hecho de que recién en 2020 existen atisbos que apuntan hacia una

importancia creciente por parte del Gobierno hacia este tipo de residuos, en contraste con el impulso de reciclaje y reutilización con enfoque en los residuos inorgánicos.

La valorización de un residuo, como concepto, se definió en el D.S N°1 de 2013 como "conjunto de acciones cuyo objetivo es recuperar un residuo, o uno o varios de los materiales que lo componen y/o el poder calorífico de los mismos; esto comprende la preparación para la reutilización, el reciclaje y la valorización energética". Esta acción en 2019 abarcó solo el 0,9% de los residuos municipales generados a nivel nacional, equivalente a 65.507 toneladas. En cuanto a la Región Metropolitana, sólo valorizó un 45.985 toneladas de todo lo generado, del cual sólo 1.453 toneladas corresponden a la fracción orgánica.

02 Problemática

B.2 Hacia el futuro de la ciudad: Las propuestas del Gobierno para enfrentar la problemática de los residuos urbanos y su fracción orgánica

A partir de los datos anteriores, y de la predisposición adoptada desde el siglo pasado hacia la dependencia de los rellenos sanitarios, cuyo espacio disponible para su emplazamiento es cada vez más escaso debido a la expansión urbana y a los efectos nocivos que tiene esta actividad en una comunidad, que el **Ministerio del Medio Ambiente** decidió tomar acciones traducidas en Estrategias de tratamiento y gestión de residuos que permitiera observar otras soluciones, basado principalmente en la Economía circular.

Esta idea ha tomado fuerza en las últimas décadas a nivel mundial, ya que la problemática del tratamiento de los residuos es una situación propia no resuelta de todas las urbes. Esto debido a que la **sociedad contemporánea** se basa principalmente en la producción desmedida que tiene como consecuencia de un consumo excesivo, lo cual deriva en una gran producción de desechos, también diversos.

Esta situación ha impulsado variadas ideas y campañas de reciclaje y reutilización de residuos para los de origen inorgánico (como plásticos), sin embargo, **es hace poco que los residuos orgánicos han comenzado a tomar fuerza** como una materia prima con múltiples beneficios para la ciudad.

A partir de lo anterior, y del conocimiento a través de los años del problema creciente de los residuos debido a su invisibilización y precaria gestión, el Ministerio del Medio Ambiente, influenciado por estas crecientes ideas de sustentabilidad y ecología urbana mundial, ha elaborado Estrategias de gestión de Residuos cuya base es la premisa de la **Economía Circular**.

Esto comenzó con la promulgación de la **Ley REP (2016), primer Marco Jurídico en Chile que promueve la economía circular** a partir de dos acciones principales: Optimizar el uso de materias primas, energía y agua en los procesos productivos y la Creación de la **Estrategia Jerarquizada en el Manejo de Residuos**. Esta última establece las 4 líneas de tratamiento y gestión de residuos, poniendo énfasis en que la disposición final (envío a rellenos sanitarios o vertederos) debería ser la última opción.

Luego, elaboró la **Estrategia de Resiliencia de la RM 2017-2021 (2017)**, con el objetivo de encaminar la ciudad hacia un horizonte más sustentable y consciente; posterior a eso, se produjo la **actualización de la Política Nacional de Residuos 2018-2030 (2018)**, que establece, ordena y orienta las acciones que el Estado deberá ejecutar para aumentar la tasa de valorización de residuos hasta un 30% entre los años 2018 y 2030. Sin embargo, **no es hasta 2020 donde se pone en valor es-**

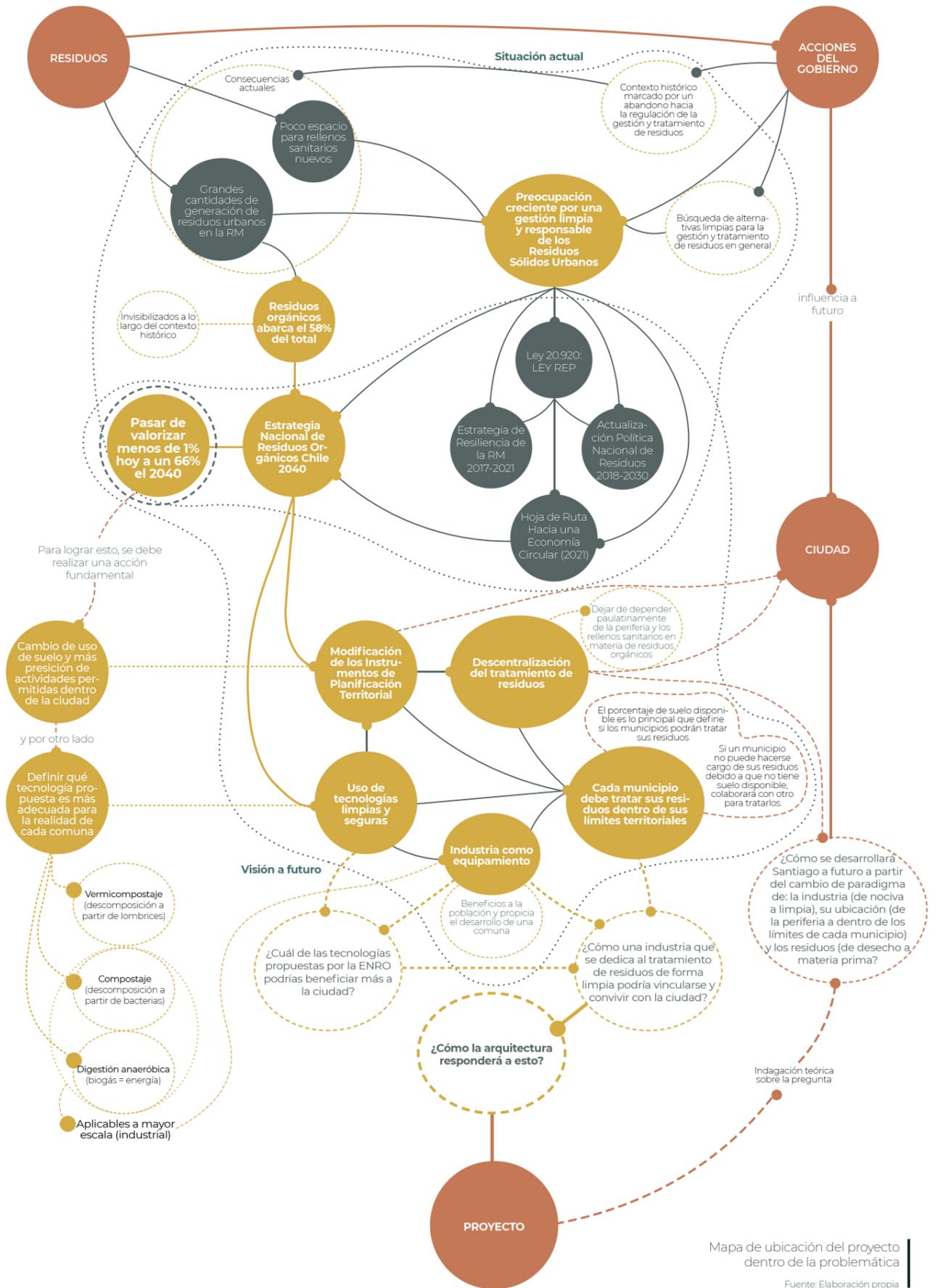
pecíficamente los residuos orgánicos, invisibilizados durante décadas y alejados de los marcos regulatorios, normas y Políticas Públicas, situación que se invirtió cuando la **Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos Chile 2040** se publicó.

Esta Estrategia cuestiona la situación nacional actual, ya que su **meta principal es pasar de un 1% a un 66% de valorización de los residuos orgánicos generados a nivel municipal al 2040**. Para lograr esto, propone que las ciudades chilenas se encarguen dentro de sus límites urbanos del tema de los residuos orgánicos, debido a que el **avance tecnológico lo permite**. Estos avances consisten principalmente en la **descomposición aerobia (compostaje) y la anaeróbica (energía) a una escala mayor (industrial)**, posicionándose ya no como una actividad productiva nociva (que normalmente se enviaría a la periferia), sino como parte del equipamiento de una ciudad.

Esto último tiene como consecuencia **repensar la industria a partir del uso de tecnologías limpias y seguras y su conexión con la ciudad**, situación que invierte lo observado en el contexto histórico: la industria no como una actividad nociva e indeseada hacia la periferia, sino como un equipamiento que podría eventualmente constituirse como parte de la imagen urbana de una ciudad desarrollada.

Otro elemento importante de esta Estrategia, es que para lograr esto, **propone intervenir los Instrumentos de Planificación Territorial** (Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos Chile 2040, pág. 40), ya que hoy, debido a la **desactualización de la normativa en cuanto a los avances tecnológicos**, considera estas actividades como parte de la categoría donde se encuentran los rellenos sanitarios, por lo tanto los desplaza a la periferia urbana, contrario a lo que la Estrategia propone. Esto, además de tener el objetivo de cambiar el paradigma respecto a la industria contemporánea sustentable, tiene como segundo objetivo la **descentralización de la gestión de residuos, ya que propone de que cada municipio trate sus residuos orgánicos dentro de sus límites**.

Es a partir de todo lo expuesto, que surge la inquietud de base para este trabajo, en miras hacia el futuro de la ciudad: **¿cómo se trabajará esto desde la arquitectura?**, ¿cómo una industria, que hoy nos genera conflictos por el hecho de tratar residuos, podría vincularse y convivir con la ciudad?, ¿cuál de las tecnologías propuestas por la Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos (compostaje o digestión anaeróbica) podría beneficiar más a la ciudad?, ¿cuáles podrían ser los alcances a futuro en la ciudad para un proyecto de este tipo?



Mapa de ubicación del proyecto dentro de la problemática

Fuente: Elaboración propia

03 | Marco Teórico

Como se pudo observar en el capítulo anterior, existe un creciente interés por la aplicación de la Economía Circular en nuestro país, lo cual implica acercarnos a la pregunta de cómo influirá el tratamiento que le damos a nuestro residuos, específicamente a los orgánicos, en la dentro de los límites urbanos.

Esta propuesta conlleva por tanto, por las razones vistas anteriormente, el repensar la conexión entre la industria y la ciudad relacionado al ámbito de los residuos, para lo cual primero se debe definir cuál es la industria a considerar (entre las opciones otorgadas por la Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos) y, por otra parte, los casos mundiales en donde la industria del tratamiento de residuos convive con la ciudad de forma armónica.

Para esto, este capítulo se dedicará, por un lado, a estudiar las tecnologías propuestas por la Estrategia, y definir cuál de ellas podría aportar una mayor cantidad de beneficios; luego, se realizará una revisión de casos de estudio de ciudades que contengan en su interior una industria de tratamiento de residuos, poniendo énfasis en aquellas que no cumplen un mero rol de infraestructura, sino que, de alguna manera, permiten que la ciudad sea parte del proyecto.

La finalidad de esto, es poder, en primera instancia, definir el programa principal del proyecto (cuál tipología de industria) en conjunto con los alcances que podría llegar a tener, y, en segundo lugar, obtener referente de cómo podría ser la conexión de esto con su entorno inmediato y con la ciudad.

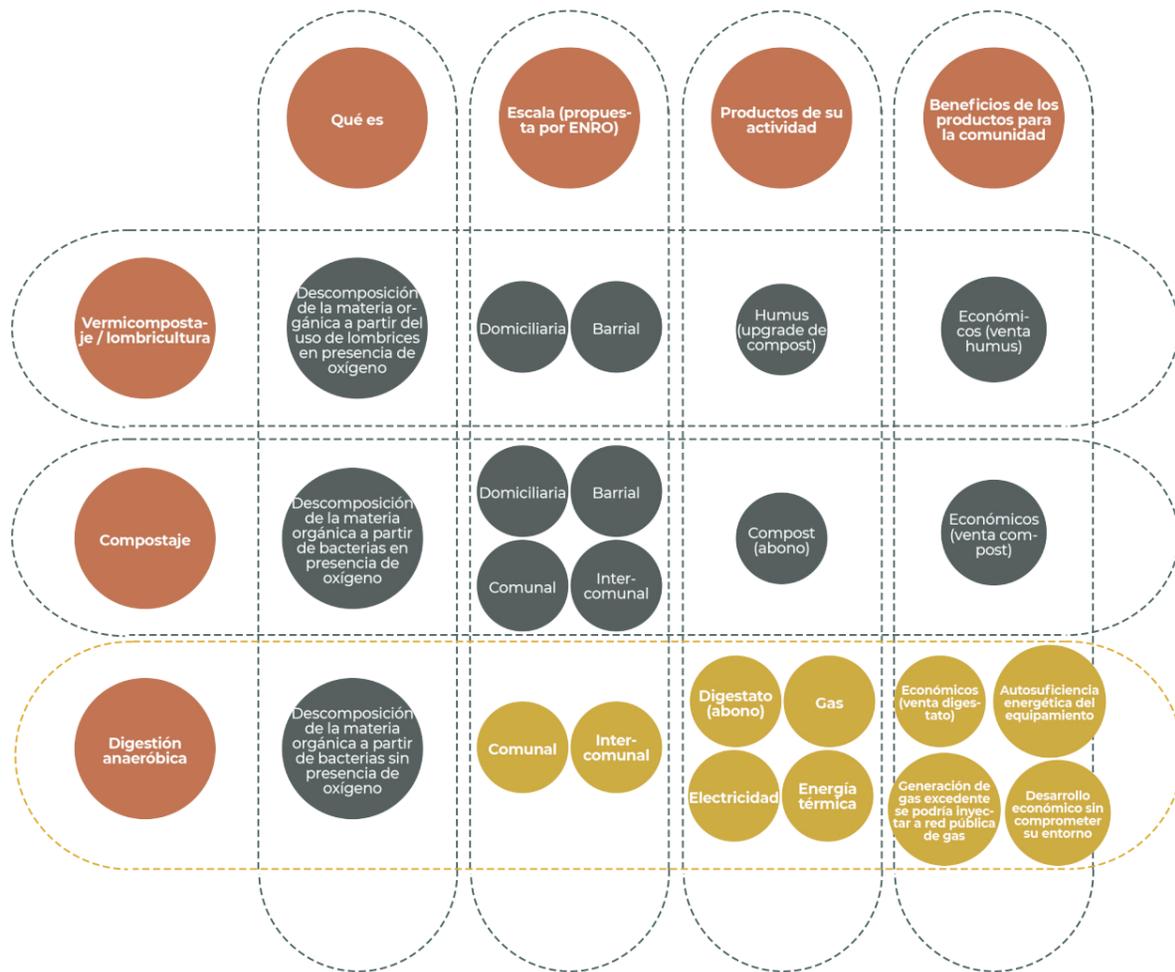


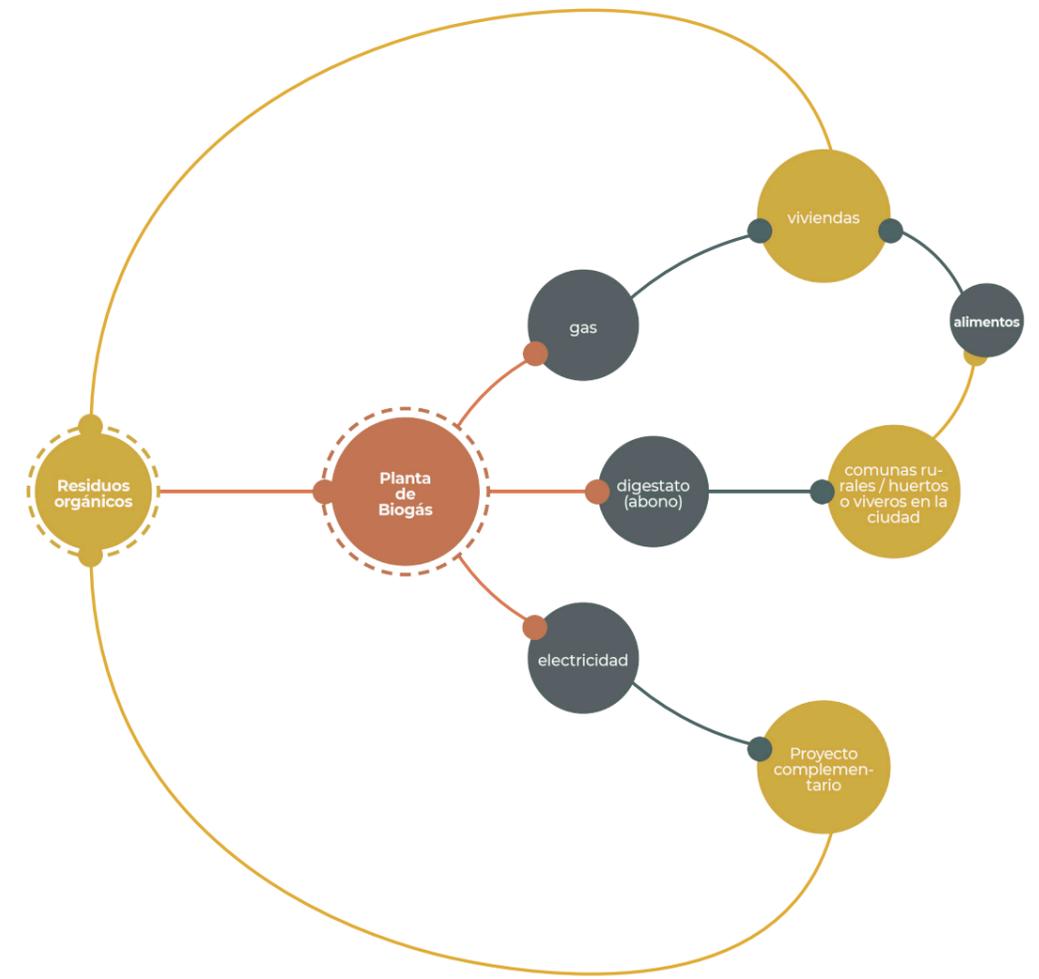
Tabla comparativa de tecnologías propuestas por la ENRO y criterios para definir programa
Fuente: Elaboración propia

Para definir qué tipo de tecnología propuesta en la ENRO (Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos) se utilizará como programa principal del proyecto, se deben considerar factores esenciales que ofrece cada uno y que permitan definir los alcances que este tendrá en la ciudad. Como los intereses de este proyecto se centran en la temática de la tensión industria-ciudad, se considera que lo principal es optar por una alternativa cuya escala sea asimilable a una industria, es decir, escala comunal o intercomunal, por lo tanto, de principio se descarta el vermicompostaje como tecnología principal, quedando entonces la opción de Compostaje o Digestión Anaeróbica.

Por otro lado, es también un interés de este trabajo el explorar una opción que le permita a la comuna y población aledaña al lugar donde se emplazará el proyecto, obtener la mayor cantidad de beneficios provenientes

de este, no tan sólo en el ámbito económico (en forma de venta de compost), sino que también en forma de equipamiento autosuficiente (que podría autosostenerse económica y energéticamente a partir de lo que genera), de manera que permita que la comunidad que lo reciba obtenga cierta autonomía al respecto de servicios de esta índole (electricidad y/o gas) provenientes del exterior de los límites de la comuna (descentralización energética).

Esto último se sostiene por la digestión anaeróbica, ya que de esta se obtiene como producto principal el biogás (gas metano) que puede transformarse en energía eléctrica, gas para cocina, o para automóviles (si es que se refina), además de energía térmica, lo cual además de servir para su propio funcionamiento, beneficiaría a las comunidades aledañas. Es por todo lo anterior, que se escoge como programa principal la Planta de Digestión



Esquema ciclo de residuos orgánicos Economía circular
Fuente: Elaboración propia

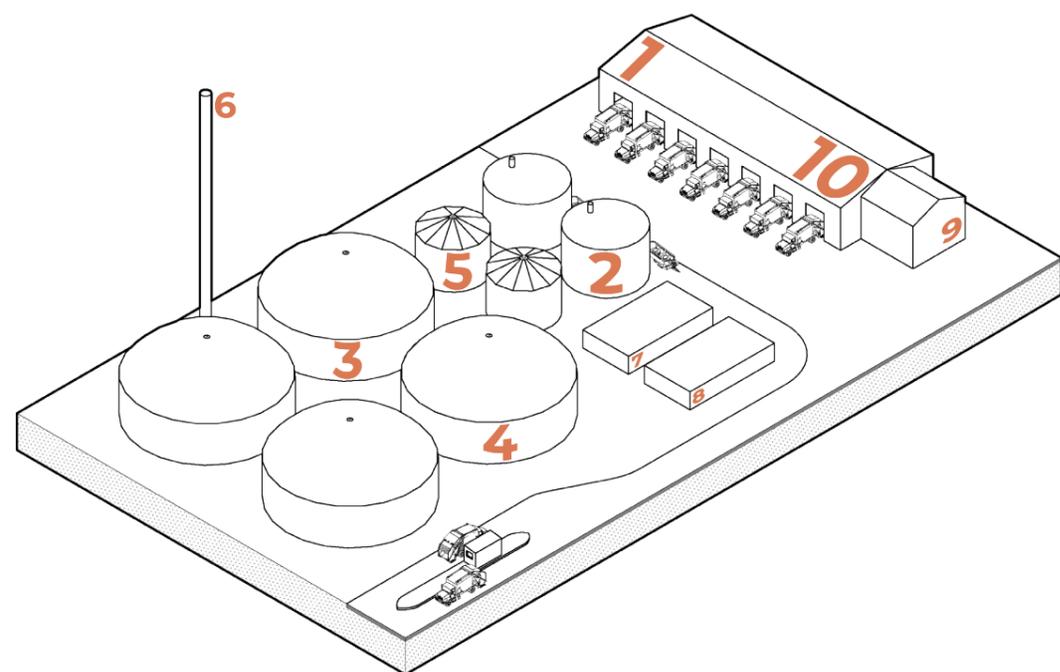
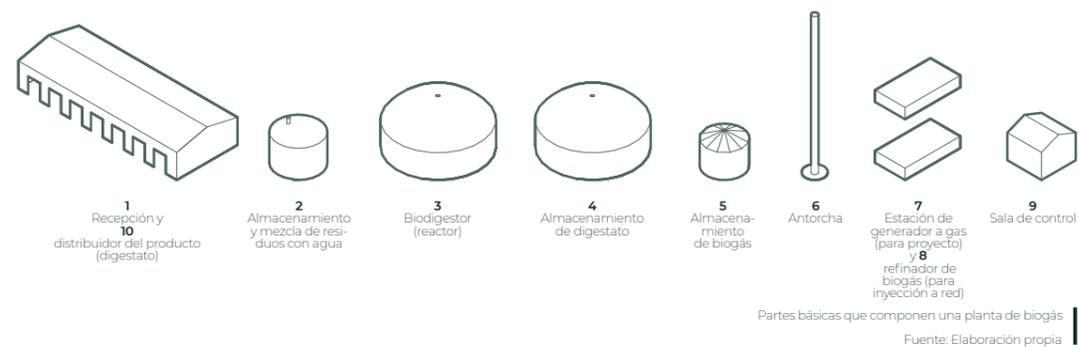
Anaeróbica (o Planta de Biogás). Este tipo de tratamiento de residuos orgánicos consiste en la descomposición de la materia orgánica (en este caso de los que se originan en la ciudad) por la acción de bacterias en un ambiente sin oxígeno ni luz solar, obteniendo como producto digestato semi líquido (abono) y biogás (gas metano) por lo que requiere de una planta industrial con un mayor nivel tecnológico en comparación con una planta industrial de compostaje; además, para la transformación del gas a energía eléctrica, se debe considerar también una Estación de Transformación.

Por otro lado, lo más importante a tener en cuenta que la finalidad de este programa es el reciclaje de residuos orgánicos domésticos, por lo tanto los subproductos (digestato, gas, electricidad) si bien son parte de los beneficios, su intención es apoyar, pero no son el objetivo, aunque de igual forma siempre estarán presentes. Dicho esto, cabe decir que la generación eléctrica del biogás

no se produce en grandes cantidades como para, por ejemplo, abastecer a toda una comuna con sus propios desechos. Teniendo esto en cuenta, la propuesta apunta a elaborar un proyecto energéticamente autosuficiente, y cuya generación excedente (lo que no se ocupe en electricidad dentro del proyecto) se inyectará como gas a la red de gas de la zona en donde se emplace. Esta propuesta se sustenta en el siguiente ejemplo: si tomáramos el 100% de la producción de residuos orgánicos perteneciente a la población de toda la comuna de Santiago (404.495 habitantes según Censo 2017), se obtendría un beneficio eléctrico solo para 3500 viviendas aproximadamente, lo cual no es rentable; en contraste, se decide optar por un proyecto industrial y de equipamiento cuyo primer objetivo es que se autosustente energéticamente. **Estos datos se obtuvieron gracias al apoyo ingenieril de Felipe Díaz, Doctor Ing. en Biotecnología, profesor de la FCFM de la U. de Chile.**

03 Marco Teórico

A.2 Planta industrial de biogás: Partes, funcionamiento y referentes mundiales para dimensionamiento



Definido el programa, se deben conocer y entender sus partes y cómo funcionan entre sí, además de los espacios destinados a máquinas y a personas.

Para esto, se realizó una investigación de referentes mundiales, bajo los siguientes criterios: origen de los residuos que tratan (no sólo están las de origen urbano, sino que también las de granjas de animales -que a su vez se subdividen en el tipo de animal-, desechos orgánicos de industrias de alimentos, desechos de la agricultura -subdividido también en el tipo de fruta o verdura que utilizan para su actividad-, entre otros) con enfoque en los de origen urbano; capacidad anual en toneladas de tratamiento de residuos orgánicos (para esto, se debe considerar en primera instancia que existen diferentes escalas de Plantas de Biogás, desde domésticos hasta industriales, por lo tanto, para despejar esta variable, se tomó como referencia la media de residuos orgánicos generados

por cada comuna en Santiago, considerando que la generación por habitante es de 0,56 kg orgánicos/día/hab, que en toneladas al año corresponde a 0,2 ton. orgánicos/año/hab, lo cual se multiplica por la cantidad de habitantes de una comuna); y, por último, qué y cuántos beneficios se obtienen de su actividad.

Para llevar a cabo lo anterior, se tomó como referencia principal Europa, ya que es uno de los continentes que más plantas de biogás posee respecto al resto del mundo, alcanzando la cifra de 18.202 en 2018 (Sustainable Agribusiness Forum, 2020); específicamente, se escogió el Reino Unido, debido a que dispone de un Mapa de Plantas de Biogás (The Official Information Portal on Anaerobic Digestion) cuyas especificaciones abarcan desde su emplazamiento hasta su capacidad de tratamiento, además de las dimensiones. De los casos disponibles, se escogieron los más representativos para incluir en este trabajo.

Referentes



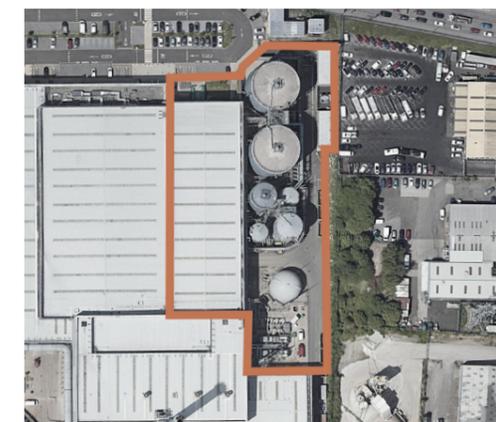
Millerhill Energy Center / Escocia
Capacidad 35.000 toneladas al año
Superficie planta: 10.500 m²
Empresa Biogen
Beneficios: generación eléctrica de 1,5 MW para 3500 viviendas



Severn Trent Green Power and Composting Facility / Inglaterra
Capacidad 50.000 toneladas al año
Superficie planta: 9.500 m²
Empresa Severn Trent Green Power
Beneficios: generación eléctrica de 2,4 MW



Granville Eco Park / Irlanda
Capacidad 75.000 toneladas al año
Superficie planta: 9.800 m²
Empresa Granville EcoPark
Beneficios: generación eléctrica de 3 MW y gas (biometano) para su flota de camiones



Glasgow Recycling and Renewable Energy Center / Escocia
Capacidad 100.000 toneladas al año
Superficie planta: 8.200 m²
Empresa Glasgow Recycling and Renewable Energy Center
Beneficios: generación eléctrica de 4 M



Teesside Green Energy Plant / Escocia
Capacidad 120.000 toneladas al año
Superficie planta: 12.000 m²
Empresa Durata Energy
Beneficios: generación eléctrica de 7,4 MW



London Sustainable Industries Park / Inglaterra
Capacidad 160.000 toneladas al año
Superficie planta: 18.000 m²
Empresa Refood
Beneficios: generación eléctrica de 5 MW



(A) Biodigestor de residuos orgánicos: biogás y digestato como productos
(B) Gas para cocinas obtenido del biodigestor doméstico

Fuente: <https://www.homebiogas.com/>

En primer lugar, y con la intención de difuminar hasta cierto punto la idea preconcebida que tenemos sobre los desechos y su tratamiento (desechos=suciedad, tratamiento=indeseado) en cuanto a ,principalmente, si es que esto es posible dentro de la ciudad y de forma segura. Para esto, se presenta un proyecto (ya en el mercado, en forma de objeto comercial) cuya escala es doméstica, y que pone de manifiesto que usar tecnología más avanzada que el compostaje, puede ser (si se estudia y se lleva a cabo considerando todas las aristas) "tan segura como utilizar un automóvil y tener bajas probabilidades de chocar (que depende del conductor y no del automóvil), o utilizar el gas de la cocina para encenderla, o vivir cerca o inclusive colindante a una bencinera" (oración producto de la conversación con diferentes profesionales que estudian y desarrollan la tecnología del biogás). Este proyecto (parte superior) forma parte de muchos otros ya comercializados.

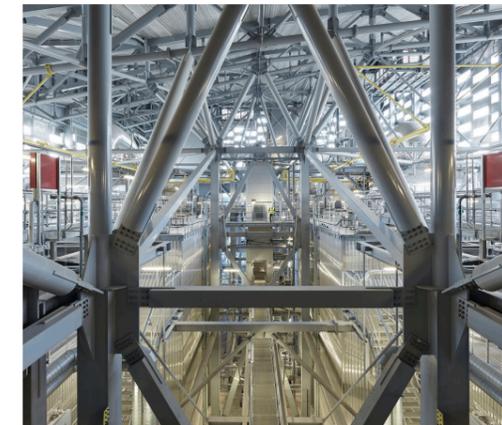
En cuanto al tema principal acerca de la conexión industria-ciudad, se buscan referentes que trabajen esta arista (principal) del proyecto en miras hacia una industria-equipamiento que convive armónicamente con la zona en donde se ubica y la ciudad en sí misma.

Para obtener luces sobre esto, se buscan referentes cuyo requisito principal es estar en medio de, o colindante, a zonas residenciales o a la ciudad en sí misma; en segundo lugar, cómo se conecta con la ciudad, en el sentido de qué programas relacionados con la arquitectura y/o espacio público permiten que la industria no sea una mera infraestructura, sino que se enmarque dentro de la categoría de equipamiento. Por último, cómo los referentes trabajan en la "difuminación" del límite entre arquitectura y/o espacio público, con la industria.

CopenHill Energy Plant and Urban Recreation Center
BIC / 2019

Fuente: Plataforma Arquitectura

Planta de 41.000 m2 que se encarga de convertir los desechos en energía a través de la incineración, pero haciendo uso de tecnología que permite que esto no sea una actividad nociva. Para convertir esto en una "obra de infraestructura pública con efectos sociales", se utilizó su cubierta y muros como soporte de los programas que permitirían a la planta abrirse a la ciudad. Para lograr que la maquinaria se situara dentro de una envolvente, se ubicó en un sentido vertical, de manera que permitiese adoptar la forma que hoy tiene.



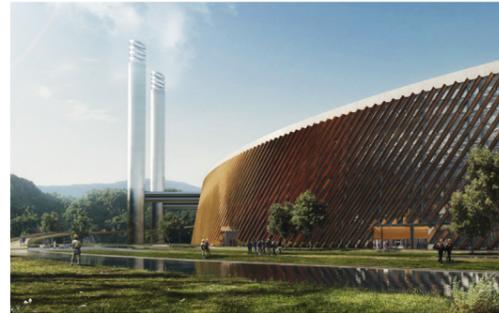
Planta de Energía de Biomasa Hotchkiss

Centerbrook Architects and Planners / 2012

Fuente: Plataforma Arquitectura

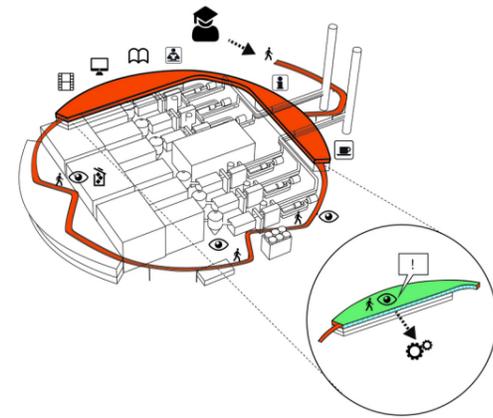
Edificio que integra una planta incineradora de astillas de madera que ocupa 1500 m2 de su interior, el cual se abre a los visitantes por medio de una plataforma en altura que funciona como sostenedor de un programa de "aula viva", cuyo objetivo es exponer tecnologías ecológicamente amigables al mismo tiempo que se está en presencia de una. Esto lo expresa también su forma exterior, la cual tiene como intención ser lo suficientemente atractiva como para atraer visitantes a la Planta de Biomasa, al mismo tiempo que se armoniza con su entorno.





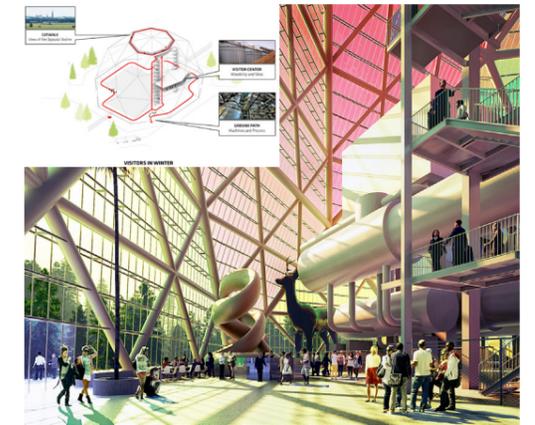
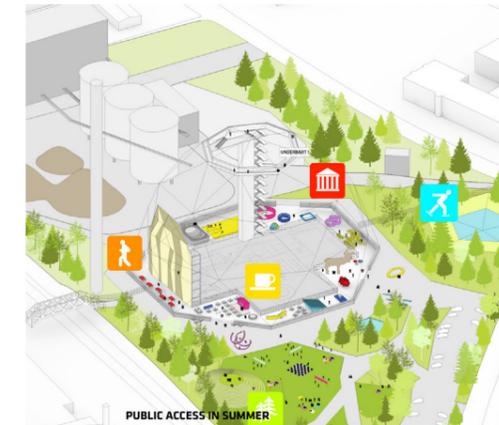
Planta de Energía de a partir de desechos de Shenzhen
Schmidt Hammer Lassen y Gottlieb Paludan / 2016 (en construcción)
Fuente: Plataforma Arquitectura

Planta incineradora de 112.000 m² que distribuye la infraestructura industrial en una geometría de planta circular, pensada también para conectarse con el parque donde se encuentra emplazada, a través de un sendero elevado que se integra al perímetro interno de la planta, y que permite observar las maquinarias y todo el proceso de funcionamiento de la planta, el cual conduce finalmente a una pasarela pública ubicada en la cubierta de la planta, que permite observar el paisaje y la ciudad de Shenzhen.



"Unconventional" Uppsala Power Plant (biomasa)
BIG / 2014 (propuesta de concurso)
Fuente: Plataforma Arquitectura

La propuesta fusiona dos arquetipos industriales convencionales en un híbrido no convencional: la planta y el invernadero. Ambos han sido desarrollados para proporcionar una forma racional y eficiente de cerramiento a instalaciones industriales masivas: para la fabricación y la agricultura respectivamente, redistribuyendo la infraestructura industrial para situar la envolvente. Este proyecto, emplazado en un parque, se abre a la ciudad de dos formas: la principal que funciona en invierno y verano que es la fusión programática interior, y en verano la envolvente funciona como un soporte (en su perímetro externo) de festivales.



Centro de Energía Baja en Carbono de la Península de Greenwich
C.F. Møller / 2016
Fuente: Plataforma Arquitectura

El proyecto se encuentra en una de las principales áreas de desarrollo urbano de Londres, que incluye más de 15.000 nuevas viviendas, oficinas y el Millennium Dome. Este nace en respuesta a un impulso, primero, para aumentar el uso de Combined Heat & Power (CHP) en todo el Reino Unido y, segundo, para encaminarse hacia la generación de energía descentralizada en Londres. Sitúa como elemento visual principal el revestimiento de la torre de humo bajo una obra escultórica. Por otro lado, se abre a la ciudad por medio de un centro de visitantes.



Bioreturn: Planta de Biogás y compostaje
Sharabeh Arfa-Zanganeh Rebollo / 2020 (propuesta de concurso)
Fuente: Arquitectura y empresa

El proyecto Bio-Return se constituye tratando la arquitectura como una máquina de autoabastecimiento local. Es un centro de biogás y de generación de compostaje y electricidad a partir de residuos orgánicos. Un proceso cíclico que produce un edificio ecológico, sostenible y energéticamente eficiente. Este tiene como objetivo insertarse en el territorio mediante su conexión con lo urbano y paisajístico, convirtiéndose así en un "paisaje productivo".



Proyecto	Objetivos del proyecto	Ubicación	Cómo se vincula con la ciudad	Qué programas utiliza para abrirse a la ciudad
CopenHill Energy Plant and Urban Recreation Center	Infraestructura pública con efectos sociales; otorgar energía y establecerse como equipamiento de la ciudad	En la ciudad	Programas públicos en su exterior; adosados a la envolvente de la industria	Deportivos (ski, muro de escalada), recreación (senderos vinculados al programa de ski), educación (centro de educación ambiental)
Planta de Energía de Biomasa Hotchkiss	Ubicado dentro de un campus educativo, pretende otorgar energía y funcionar a la vez como equipamiento	Colindante a la ciudad	Programas públicos en su interior; interviene la fachada para su vínculo con el entorno	Educación (sala de exposición convive con la infraestructura industrial)
Planta de Energía a partir de desechos de Shenzhen	Tratamiento de residuos y generación de energía; se integra como equipamiento a un parque	Colindante a la ciudad	Programas públicos en su interior y exterior; programas se adosan internamente a la fachada y utiliza parte de la superficie de la cubierta	Recreación (sendero interno, pasarela pública externa, mirador) Educación (sendero interno funciona también como expositor de la infraestructura industrial)
Centro de Energía bajo en carbono de Greenwich	Propiciar el desarrollo y densificación de una zona en reconversión	En la ciudad	Programa público en su interior; programa tiene un espacio propio dentro de la planta	Educación (centro de visitantes)
Uppsala Power Plant	Energía a partir de biomasa; equipamiento para abrirse a la ciudad, especialmente en los periodos turísticos	En la ciudad	Programa público en su interior y exterior; se apropia del perímetro y centro del volumen interior, exteriormente se utiliza la envolvente como soporte visual	Educación (recorrido interno convive con infraestructura industrial), Recreación (mirador en cubierta, soporte de festivales en el exterior a través del parque), Cafetería (en su interior)
Bioreturn	Tratamiento de residuos, otorgar energía y funcionar como equipamiento a la vez	Parque	Programa público en su interior; programa tiene un espacio propio dentro de la planta y convive con infraestructura industrial	Educación (infraestructura industrial convive con sala de visitantes), Biblioteca pública y Cafetería

Tabla comparativa de los casos de estudio
Fuente: Elaboración propia

Nombre Planta	Capacidad	Superficie	Beneficios (cómo hacen uso del biogás)
Miller Hill Energy Center	35.000 toneladas	10.500 m2	Generación eléctrica de 1,5 MW
Glasgow Recycling and Renewable Energy Center	100.000 toneladas	8.200 m2	Generación eléctrica de 4 MW
Teesside Green Energy Plant	120.000 toneladas	12.000 m2	Generación eléctrica de 7,4 MW

Tabla comparativa de los referentes representativos de Planta de Biogás
Fuente: Elaboración propia

Para concluir, y primero observando desde el punto de vista de los referentes de las plantas de biogás, en el cuadro comparativo superior se puede observar que, a pesar de que la cantidad de residuos procesados al año varíe significativamente entre cada uno, la superficie que ocupa la planta no es proporcional a esto último, por lo tanto, a partir de esto se define principalmente un rango de superficie a considerar en el proyecto, que sitúa como máximo los 12.000 m2. Por otro lado, se puede observar también que la cuantificación de beneficios obtenidos no va ligado rigidamente a la cantidad de desechos tratados. Esto porque dentro del abanico de Plantas de Biogás que existe, ocupan un proceso cuyas características varían de acuerdo a su diseño ligado más a lo ingenieril. A partir de esto, se define trabajar con conocimiento del tipo más local, otorgado por profesionales del área, lo cual, según lo visto en el sub capítulo A.1, plantea que al proyecto le conviene utilizar el producto en formato electricidad para su propio sustentamiento energético,

y otorgar el excedente de biogás para la inyección a la red pública.

En cuanto a los casos de estudio de proyectos, lo primero que se observa, y que tienen todos en común, que el diseño de la fachada cumple un rol importante en cuanto a la imagen que exhibe el proyecto, y que, en algunos casos, determina su vocación hacia una apertura del proyecto a la ciudad. Por otro lado, se destaca principalmente Copenhill, debido a que el proyecto se hace cargo de la envolvente para generar un proyecto ligado a lo público (cualidad que comparte con otros proyectos), y, segundo, porque define un mix programático que empuja el límite del enfoque educativo, permitiendo al proyecto convertirse en un hito dentro de la ciudad. En segundo lugar, se destacan la Planta de Energía de Shenzhen y Uppsala Power Plant, debido a que ambos proponen la integración y extensión del espacio público dentro de la envolvente, conectándolo además con la cubierta

04 | Lugar

Considerando que el tema principal de este trabajo es indagar sobre la tensión industria y ciudad, en conjunto con la visión a futuro que propone la Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos, orientado a que cada comuna trate sus residuos orgánicos dentro de sus límites utilizando la infraestructura industrial como, de alguna forma, un equipamiento para la ciudad, es que el interés radica en dirigir la mirada hacia un lugar en donde se esté llevando a cabo, o se llevará en un futuro, una reconversión con enfoque hacia una densificación.

Esto último toma especial atención debido a que es en zonas con vocación residencial en donde más se destaca esta tensión industria-ciudad, ya que es de conocimiento general la noción de que la industria significa una actividad nociva para el entorno, y, por ende, un generador de conflictos por su mera existencia en el territorio, idea que a través del uso de tecnología limpia, se pretende refutar.

Santiago es una ciudad que ha crecido no sólo en extensión, sino que también en **densificación** de sus **áreas centrales y pericentrales**. Esto, ha llevado al desplazamiento de las industrias existentes, tanto por el aumento de la plusvalía del suelo incentivado por la demanda habitacional, como por las externalidades negativas que estas producen en el territorio (Larraín et al., 2022), lo cual favoreció la formación de nuevos centros industriales en las periferias.

Considerando este factor (**reconversión de áreas industriales hacia la densificación**), en conjunto con el creciente interés por alcanzar **mayores estándares de sostenibilidad ambiental en las ciudades, relacionado esto además con lo propuesto por la ENRO** (industria limpia como equipamiento urbano), es que el foco se orienta hacia las zonas centrales y pericentrales que estén en esta transición de reconversión.

Objetivos del proyecto relacionados a la ubicación

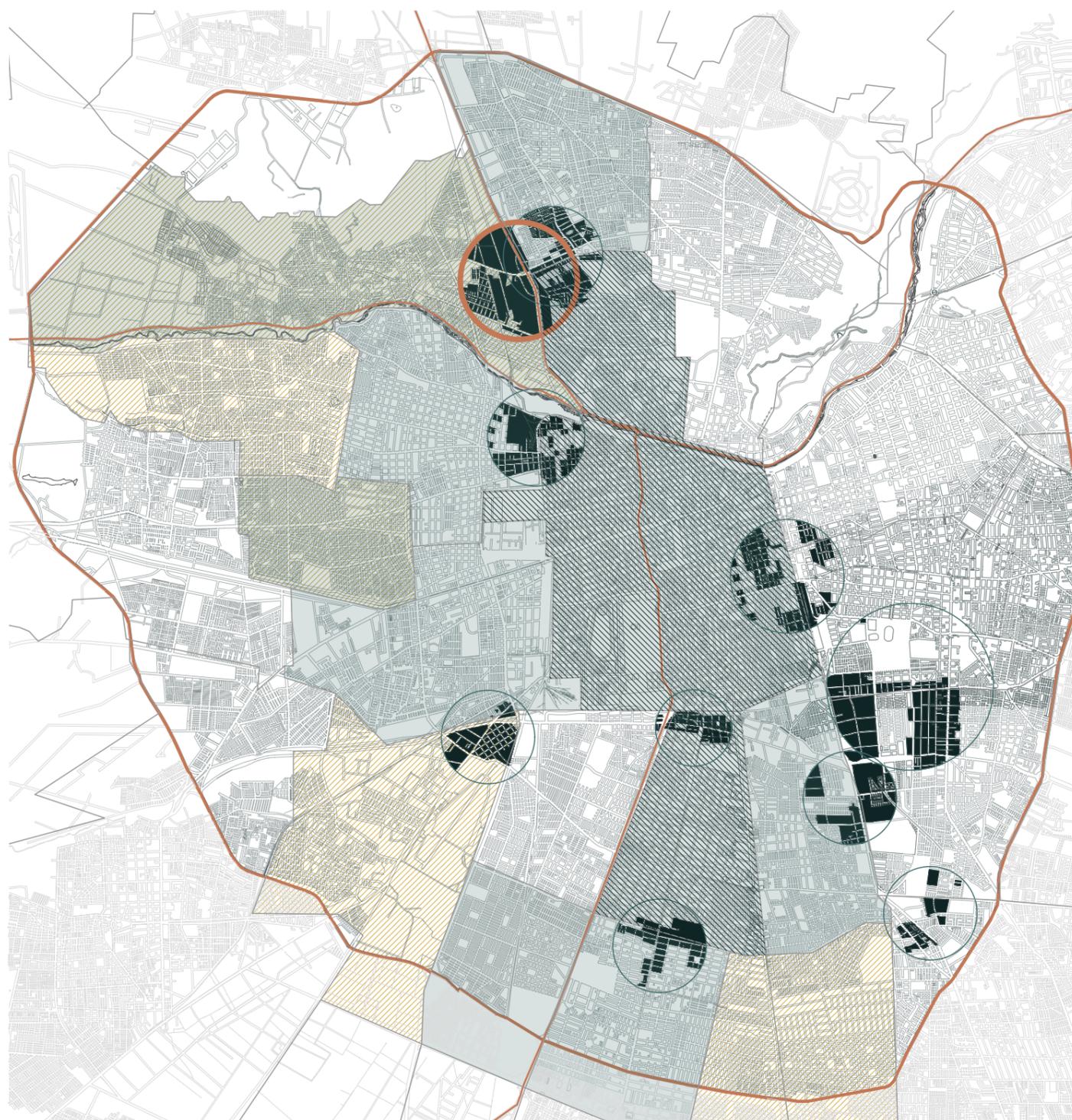
Debido a lo anterior, el objetivo del proyecto, en cuanto a ubicación, será **incentivar la densificación de una zona** (que no cuente actualmente con proyectos de esta índole) mediante la adición de un proyecto complementario al equipamiento de la comuna y a sus áreas verdes, utilizando la Planta de Biogás como un generador energético que permita a este equipamiento autosustentarse de forma coherente con el ambiente y la vocación residencial del lugar.

Criterios para definir lugar

Para esto, lo primero es mapear la ubicación de estas zonas (**industriales en reconversión**), proponiendo como límite la Circunvalación Américo Vespucio, ya que actúa como traspaso entre las comunas pericentrales y las que se ubican más a la periferia, **centrando el interés en la zonas que se ubican más hacia el centro urbano** (mayor tensión industria-ciudad).

Segundo, considerando que el proyecto se establecerá como equipamiento para la comuna, y teniendo presente que el programa escogido también debe tener relación con la escala comunal o intercomunal, se establece un intermedio entre arquitectura y ciudad a través del espacio público, orientado hacia la creación de nuevas áreas verdes, por lo que se realiza también un **mapeo de comunas con menor cantidad de áreas verdes**, de manera que el primer punto se entrelace con el segundo.

Tercero, debido a las dimensiones del proyecto, tanto por la industria (según las superficies observadas en el marco teórico) como por su vocación de equipamiento,



Simbología

— Vías estructurantes
Circunvalación A. Vespucio
Ruta 5
Costanera Norte

■ Industrias
○ Área en reconversión escogida
○ Áreas en reconversión

Fuente: Poduje et al. (2021). Reconversión industrial. Atisba Monitor. Atisba

■ Áreas verdes ≥ 5 m² por persona
(bajo estándar de 10 m² p/p)

Fuente: INE (2018). Catastro de áreas verdes. MINVU.

■ Porcentaje de ocupación de suelo de la comuna $\geq 40\%$

Fuente: Trivelli, P. (2015) Estudio "Caracterización de zonas con potencial para densificación en comunas pericentrales de Santiago"

■ Porcentaje de ocupación de suelo de la comuna $50\% \leq$

Mapeo de datos para elección de lugar

Fuente: Elaboración propia

miento, es que un tercer factor a considerar es el **porcentaje de suelo disponible para nuevas construcciones** que posee cada comuna. Esto cobra mucha importancia ya que, en conversación con la Municipalidad de Santiago y la Municipalidad de Independencia, daban a conocer que, debido a este factor, en un futuro dependerán de comunas con suelo disponible para tratar sus residuos orgánicos, ya que la primera (Stgo.) tiene su 100% construido, y la segunda está en un proceso acelerado de densificación.

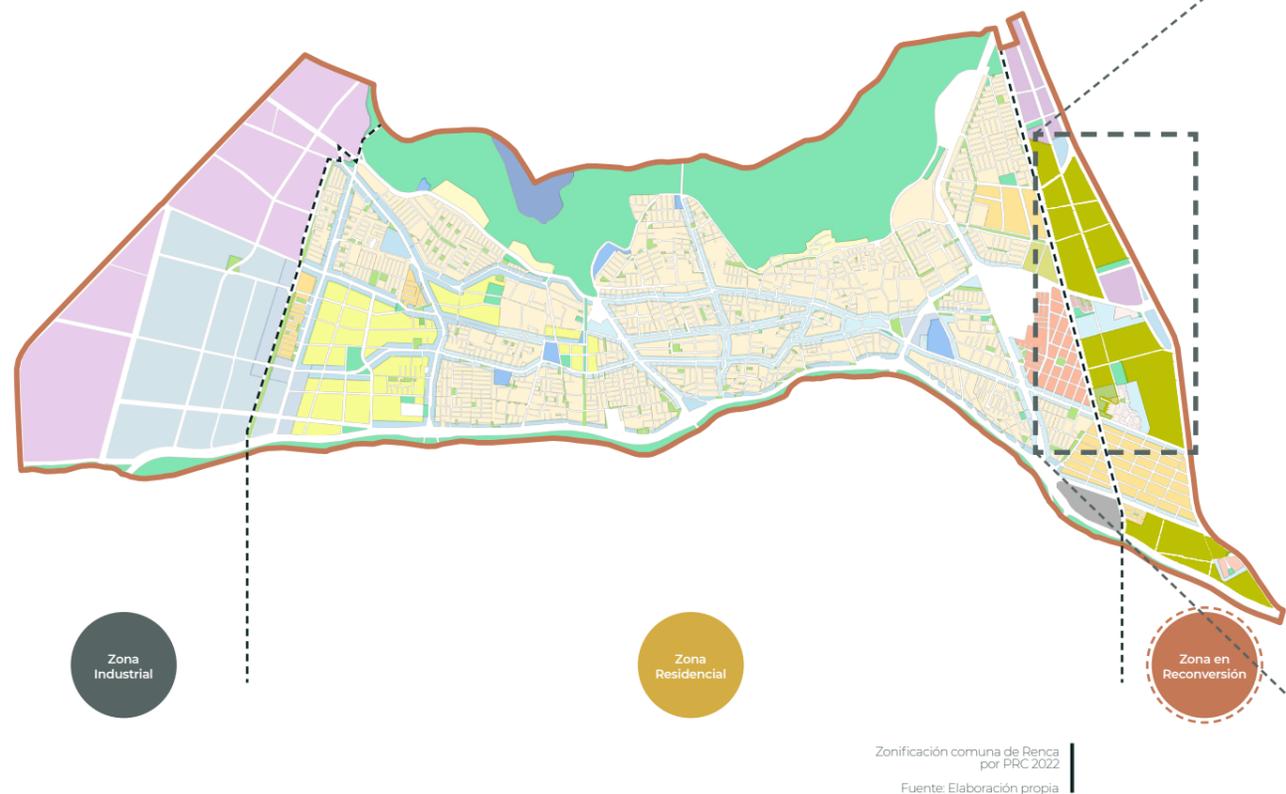
Por último, y en cuanto a el funcionamiento de la Planta, se privilegian las zonas en reconversión que se ubiquen **colindantes a vías estructurantes de la ciudad**. Esto, primero porque cada cierto tiempo se debe distribuir el digestato (abono) hacia comunas rurales u otras comunas dentro del área central y pericentral que requieran de este producto (ya sea por plazas, parques, etc), y, por otro lado, se considera que el proyecto podría, según lo determine la superficie del terreno escogido, adoptar un carácter intercomunal, por lo que la conexión directa con vías estructurantes es sustancial.

Aspecto importante a considerar

Cabe destacar que, como se dijo anteriormente, las dimensiones que abarca el proyecto, además del tipo de máquinas ingenieriles que utiliza para su proceso, tienen como consecuencia una alta dificultad o imposibilidad para adaptar la industria a una estructura arquitectónica ya existente, por lo que se opta por escoger una zona cuya visión se adecúe a una reconversión y no a una regeneración.

Selección del barrio en reconversión

Como se puede observar en el mapeo de datos, lo demarcado (en círculos) corresponde a los polos de desarrollo en reconversión, de los cuales la mayoría, a excepción del de Renca, comenzaron su reconversión años atrás, por lo que contienen una mayor densificación y proyectos inmobiliarios en curso (Poduje et al., 2021). Sin embargo Renca recientemente actualizó su PRC (febrero 2022), el cual tiene como objetivo densificar toda el área industrial que colinda con la Ruta 5 de forma vertical, y con el eje Costanera Norte en su zona sur, por lo que posee una buena conexión con la ciudad. Además de esto, se cumple también la condición de ser una comuna con déficit de áreas verdes pero con un mayor porcentaje de suelo disponible para nuevas construcciones. Es debido a todo lo anterior, que se escoge esta área industrial en reconversión, situada en Renca, como lugar para llevar a cabo la propuesta de proyecto.



Como se dijo anteriormente, es debido a la actualización del PRC de Renca que se espera una densificación en los próximos años, principalmente en su zona industrial colindante a la Ruta 5. Este contexto además se adecúa a la reciente publicación de la ENRO (2020) en donde expone sus objetivos y métodos (descentralización del tratamiento de residuos orgánicos, cada municipio trataría sus residuos, nueva industria como equipamiento urbano, escala comunal o intercomunal) ya que, al presentarse una zona en reconversión, existe la posibilidad de integrar una industria limpia que actúe como equipamiento para la futura zona densificada, por lo que esta zona resulta adecuada para experimentar teóricamente sobre la visión a futuro de la ciudad.

Para contextualizar de manera histórica brevemente, y para tener en consideración, la comuna de Renca se caracterizó como industrial durante el siglo pasado (Municipalidad de Renca, 2020), debido a que fue protagonista del desarrollo industrial del país. Un ejemplo de esto fue la fábrica textil Hirmas y la Termoeléctrica de Renca, la cual aún perdura en la comuna. Debido a la creciente globalización, que inició en la importación de productos que se vendían a menor costo, es que la situación productiva local se vio afectada, teniendo esto como consecuencia el cierre de las fábricas, sin embargo, los paños industriales continuaron su estancia en el territorio, los

cuales trajeron un deterioro paulatino de los espacios públicos y la calidad de vida de los habitantes de esta comuna (Soto, 2021). Es debido a lo anterior, en conjunto con la nueva mirada que propone la Municipalidad a través de su PRC (área industrial histórica que verá afectada por la futura densificación urbana), cabe hacernos la pregunta ¿es posible considerar y mantener el carácter industrial de un lugar, y al mismo tiempo reconvertirlo? Según lo presentado en el referente "Centro de Energía de la Península de Greenwich" en cuanto a utilizar este tipo de infraestructura como aporte para el incentivo de la densificación, si la industria no trajera como consecuencias las externalidades negativas e incorporara además equipamiento para el beneficio de la zona, podría ser posible que la industria conviviera con la ciudad de forma armónica. Por lo tanto, uno de los focos del proyecto es también poner en valor el contexto histórico de la zona en cuanto al uso de un programa industrial, pero estando este acorde al tiempo y problemáticas contemporáneas.

Entonces, para definir cuál es el mejor para el proyecto, se debe considerar la situación actual del polígono y, en base a lo proyectado por el PRC, la situación a futuro en cuanto a las transformaciones que este propone y las posibles densificaciones que experimente, teniendo en cuenta también que la conectividad es importante para un proyecto ligado a los residuos.

Análisis situación actual de polígono
Fuente: Elaboración propia

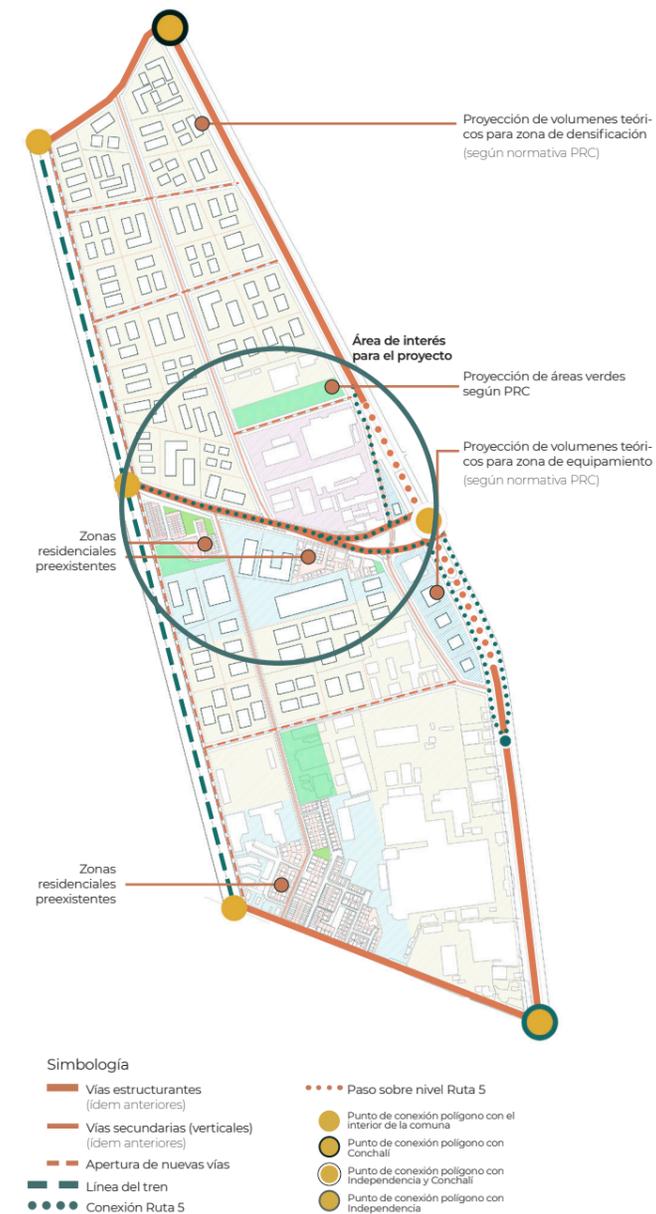


Polígono: Situación actual

Como se puede observar en la imagen superior, el polígono está bordeado por la Ruta 5 (situado a su derecha), el cual tiene salidas y entradas directas hacia Av. Dorsal. Esta Avenida además, conecta Independencia y Conchalí con Renca, por lo cual es una arteria importante de este sector. Se aprecian también dos paños industriales, situados al norte y sur de Av. Dorsal, articulándose con esta arteria perpendicularmente y, los cuales al ser de gran tamaño, alcanzan una longitud mayor a 500m. Por otro lado, la línea del tren se encuentra al costado izquierdo, y el cual, debido a sus características, divide este polígono del resto de Renca, por lo que los puntos de conexión entre ambos se dan en las zonas señaladas.

Es debido a lo anterior, que los terrenos colindantes a Av. Dorsal se transforman en el "centro" del polígono, el cual podría tener un papel preponderante a futuro.

Análisis situación a futuro de polígono según lo proyectado por PRC
Fuente: Elaboración propia



Polígono: Situación a futuro proyectada por PRC

Según el PRC, la zona RM (zona amarilla) o zona de Reconversión Mixta, se proyecta con una vocación residencial, por lo tanto es aquí donde se espera que haya una densificación a futuro; por otro lado, las zonas de equipamiento (zonas celestes) se proyectan con este fin, sin embargo, también permite la densificación.

A partir de lo anterior, se realizó una proyección propia de cómo podría transformarse a esta zona hacia la densificación. Los paños al norte de Av. Dorsal, todos pertenecientes a la zona RM, se densificarían; los paños al sur de esta Av. se proyectan como equipamiento y densificación, sin embargo, es esta última la que tiene una mayor importancia dentro del lugar. Por último, el PRC proyectó vías secundarias dentro de los paños, con el fin de acotar la longitud de estos. Para concluir, podemos observar que la zona de Av. Dorsal mantiene su carácter céntrico del polígono, por lo que el área de interés del proyecto es esta zona.

Según lo visto en el análisis actual y a futuro del polígono, se pudo observar que el área de interés está dado principalmente por el carácter céntrico de la zona en cuando a su conectividad respecto de la comuna de origen, las comunas aledañas, y con el resto de la ciudad, sobre todo hacia el centro urbano. Sin embargo, para definir el terreno, se realizaron los siguientes criterios:

1. Conectividad

Debido al carácter industrial del programa central, y a partir del producto con el cual este funciona en relación a su transporte desde las zonas de obtención hacia el proyecto, un aspecto principal es que el terreno tenga buena conectividad, tanto desde el interior de la comuna, como hacia la arteria principal (Ruta 5) que conecta con el resto de la ciudad y las periferias con vocación agrónomas.

2. Dimensiones

a. Del programa principal: como se pudo observar en el marco teórico, se establece un rango de entre 10.000m² - 12.000 m² para la superficie del proyecto.

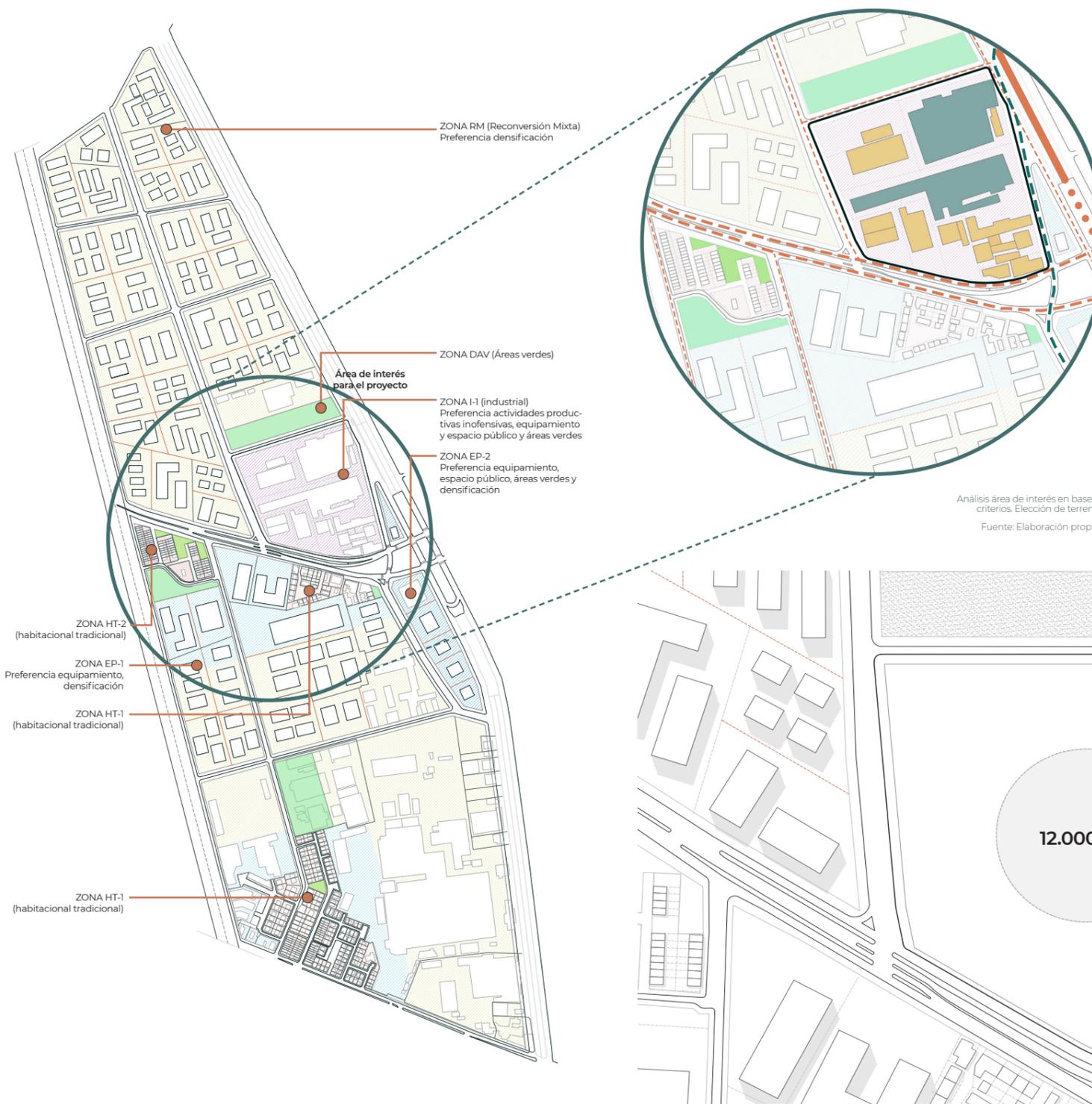
b. Del programa complementario (equipamiento): como se pudo observar en los casos de estudio de referentes, usualmente se trabajan los programas complementarios situados en la piel que envuelve el programa industrial, por lo tanto, se debe considerar que este tendrá un espesor (el cual se definirá en el capítulo de proyecto) que ocupe una superficie adicional al programa industrial.

c. De las áreas verdes: considerando que este proyecto se emplazará en medio de una zona residencial, se cree pertinente tener en cuenta que se necesitará de un "área buffer" entre el proyecto y el espacio público, lo cual se pretende abordar desde un sentido de parque que rodee el proyecto.

3. Uso de suelo

Si bien el proyecto se concibe como equipamiento, se debe tener en cuenta que integra un programa industrial (híbrido industria-equipamiento); por otro lado, no es intención que este ocupe zonas destinadas a densificación, por lo tanto estas (zonas RM) quedan excluidas de la búsqueda.

Es debido a todo lo anterior, que se escoge la manzana cuya zonificación es de preferencia industrial (con posibilidad de equipamiento), y la cual además prohíbe la densificación en su interior, por lo que no interrumpiría en lo proyectado. Esta además presenta una conectividad adecuada para el programa industrial, permitiendo además que el proyecto funcione como "buffer" entre la arteria (Ruta 5) junto con las vías principales y la zona residencial a través de la propuesta de equipamiento y áreas verdes. Por último, las dimensiones de la manzana se adecúan al requerimiento del proyecto.



Manzana de interés

En base a lo criterios mencionados anteriormente, la manzana donde se encuentra la zonificación I-1 se adecúa, ya que es la única que presenta una conexión directa con la Ruta 5 (ciudad), Av. Dorsal (Renca, Conchalí e Independencia) y entre las áreas residenciales. Por otro lado, su zonificación no es apta para densificación, sin embargo, sí para equipamiento y actividades productivas inofensivas, por lo que es un buen escenario para un proyecto híbrido industria-equipamiento.

Por otro lado, se encuentra la preexistencia de industrias de mayor tamaño, en conjunto con industrias menores, galpones y bodegas. Sin embargo, considerando que este es un proyecto académico, se indaga en la posibilidad que ofrece este terreno sin limitarse a la preexistencia, por lo tanto, se utiliza la manzana como un paño completo para dar cabida al proyecto.

05 | Proyecto

Es a partir de todo lo estudiado anteriormente, que el proyecto se desarrollará desde un punto de vista que se enfoca en el futuro de la ciudad ligado a lo que propone la Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos en cuanto al tratamiento de estos y la consideración de estos programas industriales como parte de un equipamiento urbano.

Como se pudo apreciar en el capítulo anterior, el proyecto se emplazará en un terreno que, debido a su conectividad respecto de la comuna y la ciudad, se convierte en un punto de confluencia relevante, favoreciendo el funcionamiento de la Planta de Biogás, lo cual, ligado a la visión a futuro que proyecta el PRC para el polígono, lo conjuga además como un punto importante para la ubicación de un equipamiento no sólo de carácter recreativo, sino que también cívico.

Para definir qué programas complementarán el de industria, se observará el contexto a escala urbana y escala barrial (polígono), considerando con mayor importancia a aquellos que incentiven una futura densificación de la zona. Por otro lado, este proyecto además de equipamiento se concibe como buffer entre la futura zona residencial y las arterias que confluyen en este sector, de manera que las externalidades que provoque el tránsito prolongado sea atenuado por el proyecto.

Por último, en este capítulo se pretende dar luces de cómo será el futuro desarrollo del proyecto, por lo tanto, sólo se definirán los aspectos principales a considerar.

Línea base de proyecto

La intención principal de este proyecto es manifestar la preocupación sobre el prolongado desinterés acerca de la gestión de los residuos orgánicos, asociado a la cantidad invertida de tiempo y financiamiento en cuanto a la recolección y transporte de los residuos desde el origen hacia el relleno sanitario, y el tipo de tratamiento de los residuos orgánicos, ya que para que el lugar de disposición final (relleno sanitario) siga funcionando adecuadamente, la Municipalidad debe aportar monetariamente a este fin. Ambos ámbitos podrían minimizarse si situamos un proyecto de tratamiento y valorización de orgánicos dentro de la ciudad, lo cual es la intención de la Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos. Por lo tanto, el factor ambiental es un tema preponderante no sólo considerado a nivel comunal (o eventualmente intercomunal, relacionado a los dos factores mencionados anteriormente), sino que también en cuanto al tipo de programa industrial, vinculado al cambio de paradigma de la industria contemporánea en relación a las externalidades negativas que usualmente provocaba la industria en la ciudad.

Intenciones formales de proyecto

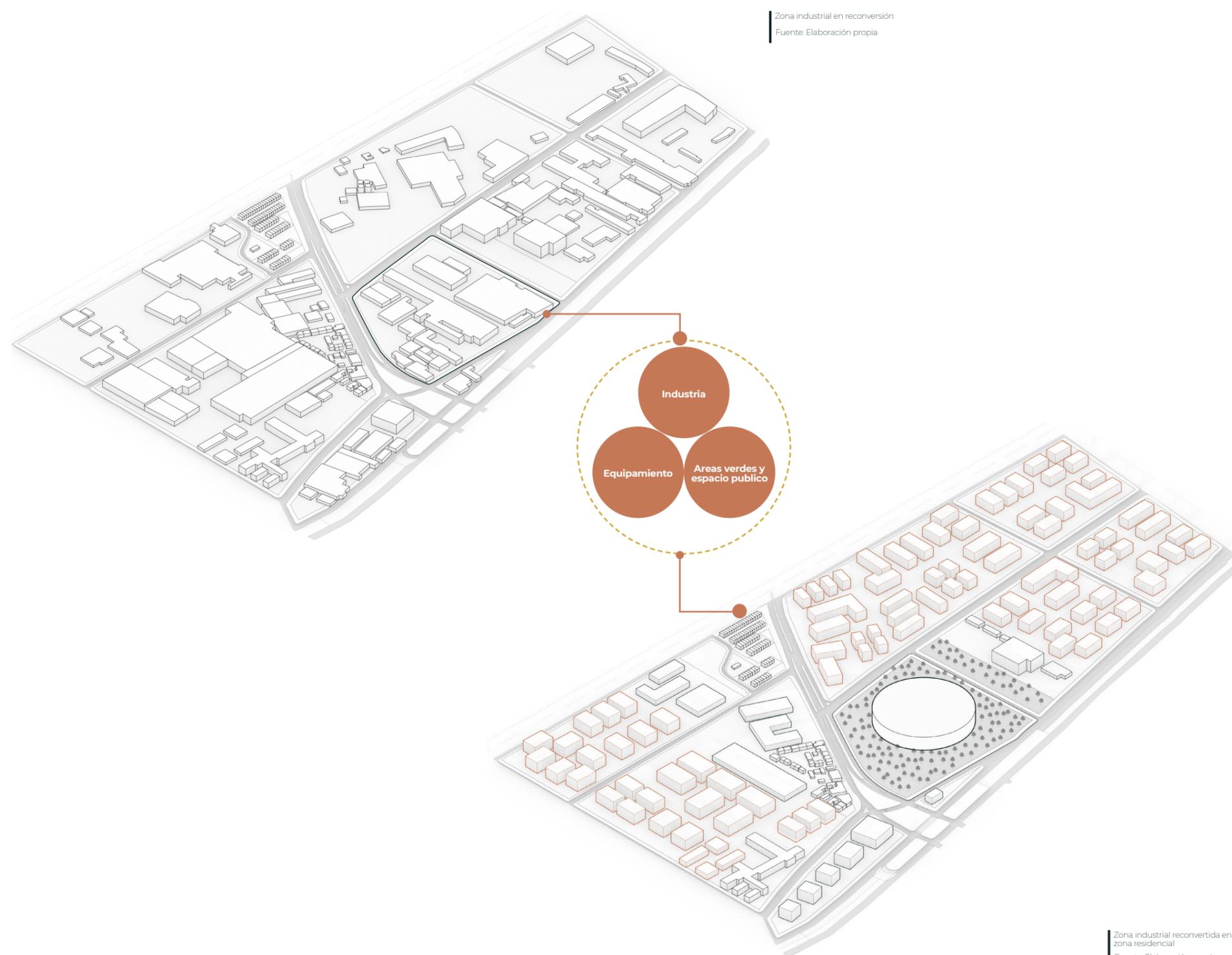
1. Tratamiento de residuos orgánicos de forma consciente en cuanto al factor ambiental, basado en el uso de un programa industrial que no tenga como consecuencias externalidades negativas para el territorio, especialmente las zonas residenciales.

2. Armonización entre industria y ciudad, en cuanto a la conexión programática entre la infraestructura industrial y el equipamiento, y, además, la consideración de un buffer mitigador, traducido en un parque urbano, entre la arquitectura (industria y equipamiento) y la ciudad.

3. Incentivar la densificación de una zona en reconversión, en cuanto a la integración de programas complementarios que funcionen como equipamiento para la comuna.

Alcances esperados de proyecto

A nivel urbano, se espera que el proyecto tenga alcances en cuanto a la cantidad de residuos orgánicos que procesará, y lo que esto significaría como beneficio para la comunidad. A nivel barrial, se espera que este tratamiento otorgue beneficios locales en cuanto al producto energético que puede obtenerse.



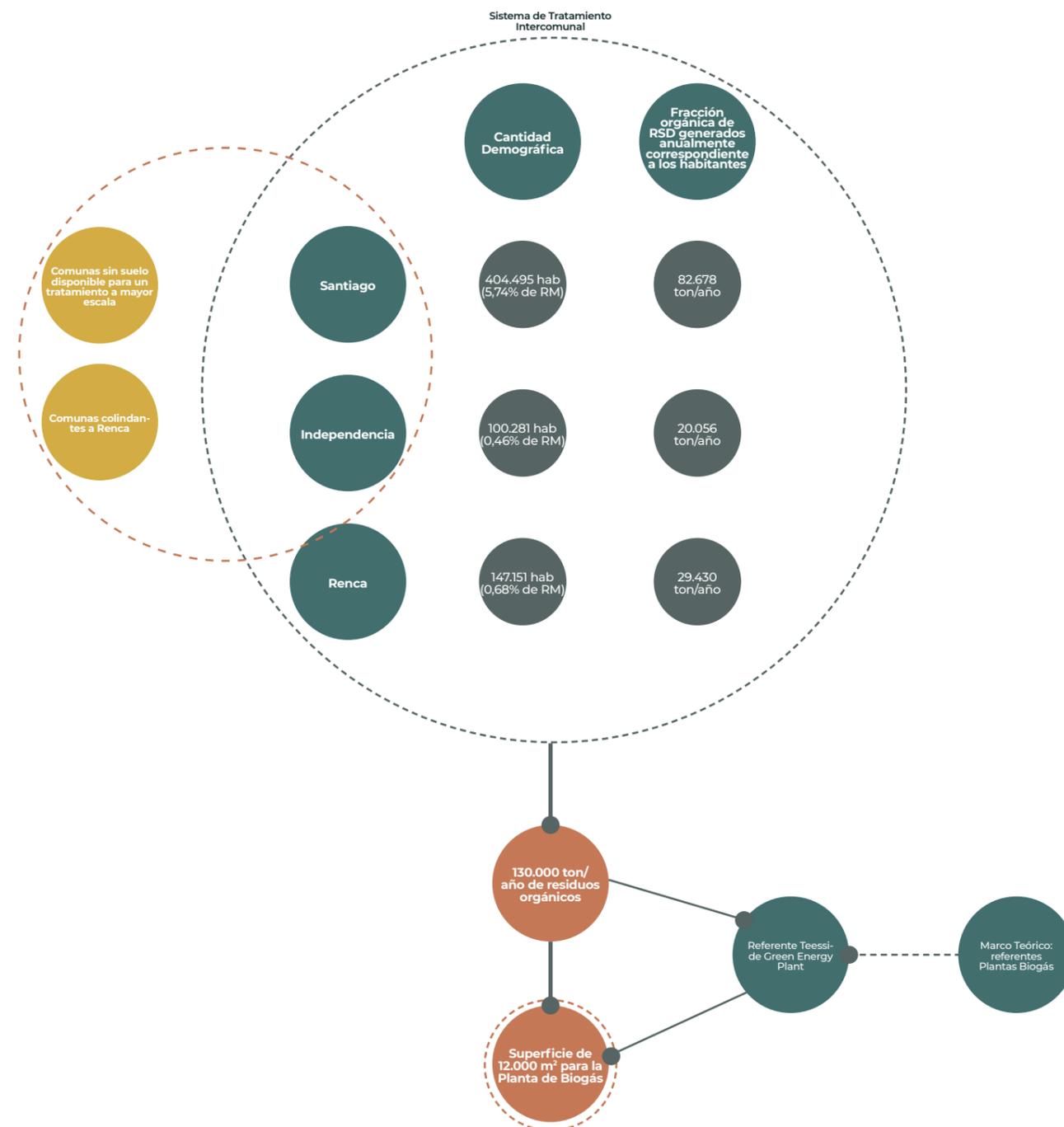
Para dimensionar la planta, se debe considerar la cantidad de residuos a tratar para definir la superficie. Según lo estudiado en los referentes de Plantas de Biogás, la superficie según la cantidad de residuos que tratan no varía mucho (se considera entre los 8.000 m² a 12.000 m² para una cantidad de residuos de entre 35.000 toneladas a 120.000 toneladas), pero se debe definir para considerar la cantidad de maquinaria, sus dimensiones y su flujo de gestión para su funcionamiento y el vínculo con el terreno.

En primer lugar, se debe tener en cuenta que, según la ENRO, esta infraestructura podría considerarse a escala comunal o intercomunal, lo cual depende del porcentaje de suelo disponible de cada comuna según lo conversado con el SECPLAN de la Municipalidad de Santiago y el Dpto. de Medio Ambiente de la comuna de Independencia, las cuales tienen el mayor porcentaje de su suelo ocupado o proyectado para densificación, por lo tanto, para adherirse a lo propuesto por la ENRO, trabajarán en un sistema intercomunal de tratamiento de residuos.

Sistema de Tratamiento Intercomunal

En base a esto último, y a lo expuesto en el Mapeo de Datos de la pág 36, en relación a la ubicación geográfica entre las comunas, en conjunto con el porcentaje de suelo disponible, se propone un Sistema de Tratamiento entre las comunas de Santiago, Independencia y Renca.

Esto se sostiene de la siguiente forma: Las Municipalidades gastan miles de millones de pesos anualmente de su presupuesto destinados a la oportuna recolección, transporte y disposición final de los Residuos Sólidos Urbanos (Daza, 2019), y considerando que el 58% de lo generado por cada comuna corresponde a residuos orgánicos (Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos, 2020), el tratamiento por separado de estos dentro de los límites de la ciudad generaría menos gasto a las Municipalidades debido a que, primero, la ENRO propone una separación en origen (desde el lugar de generación) de los residuos, por lo tanto, habría un sistema de recolección especial, lo cual, unido a la propuesta de tratamiento descentralizado dentro de la ciudad, los costos de transporte del material se verían disminuidos dado la cercanía del lugar de tratamiento con el lugar de origen, y, por último, debido a que, si bien se debe considerar un beneficio monetario desde las Municipalidades que dependerán de otras comunas para tratar sus residuos, esto no significa una inversión para el mantenimiento de la Planta (como sí ocurre con el Relleno Sanitario) dado que esta no acumularía residuos ni tendría que invertir para mitigar su impacto en el te-



Factores a considerar para dimensionamiento
Fuente: Elaboración propia

ritorio, sino que el residuo sería concebido como materia prima para llevar a cabo un proceso que beneficie energéticamente y monetariamente a la comuna que lo reciba, cerrando de esta forma el ciclo de producción.

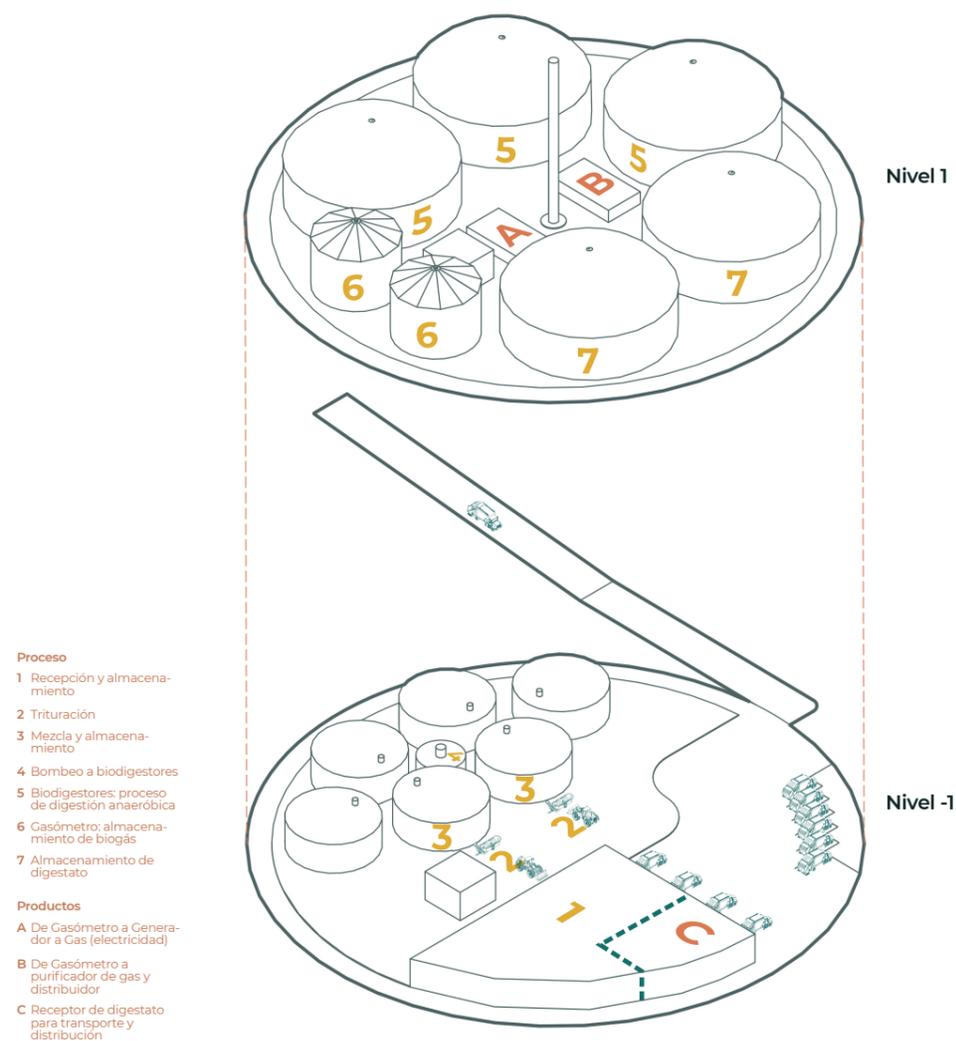
Dimensionamiento de la Planta: cantidad de materia prima (residuos orgánicos) a recibir

Como se expuso en el ejemplo en cuanto a la generación eléctrica a partir de la cantidad de residuos orgánicos utilizados (Marco Teórico, pág. 25), se debe tener en cuenta que el producto (beneficio) obtenido es proporcional a la cantidad de orgánicos tratada. Para cuantificar la cantidad de orgánicos que genera una comuna, se debe considerar que estos se componen principalmente de 3 orígenes: los que provienen de ferias libres, los que provienen de equipamiento y/o actividades relacionadas a los alimentos, y, por último, lo generado por persona en sus viviendas (residuos orgánicos domiciliarios).

Por otro lado, considerando que la comuna de Santiago e Independencia no proyectan una instalación de tipo industrial (ya sea de digestión anaeróbica -biogás- o compostaje) debido a su poca cantidad de suelo disponible, se cree que se adherirán a lo propuesto de la ENRO relacionado al reciclaje de estos en establecimientos educacionales o en los Parques Urbanos/ áreas verdes de la comuna a través de composteras y/o vermicomposteras (Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos, 2020, pág. 22). Vinculando esto con lo expuesto en el párrafo anterior, y considerando que la mayor cantidad de residuos orgánicos municipales se generan en los domicilios, se propone: bajo un contexto ideal, que la Planta de Biogás de Renca trate un 100% de los residuos orgánicos generados a nivel domiciliario de cada comuna, por lo tanto, considerando que en 2019 se produjeron 1,12 kg de residuos por persona al día, y que aproximadamente el 50% de esta cifra corresponde a orgánicos (Programa Reciclo Orgánicos, Ministerio del Medio Ambiente), resulta en un 0,56 kg de residuos orgánicos por persona al día, lo que en toneladas al año equivale a 0,2 ton/año/persona. Esto, multiplicado por la cantidad de población censada de cada comuna en 2017, arroja que la cantidad total de residuos orgánicos a tratar corresponde a 130.000 toneladas al año aproximadamente.

Dimensionamiento de la Planta: superficie de Planta en función de la cantidad de residuos

Según lo visto en los referentes, se tomará como ejemplo Teesside Green Energy Plant, el cual procesa 120.000 toneladas de orgánicos al año en una superficie de 12.000 m², lo que se adecúa a la cifra anterior.

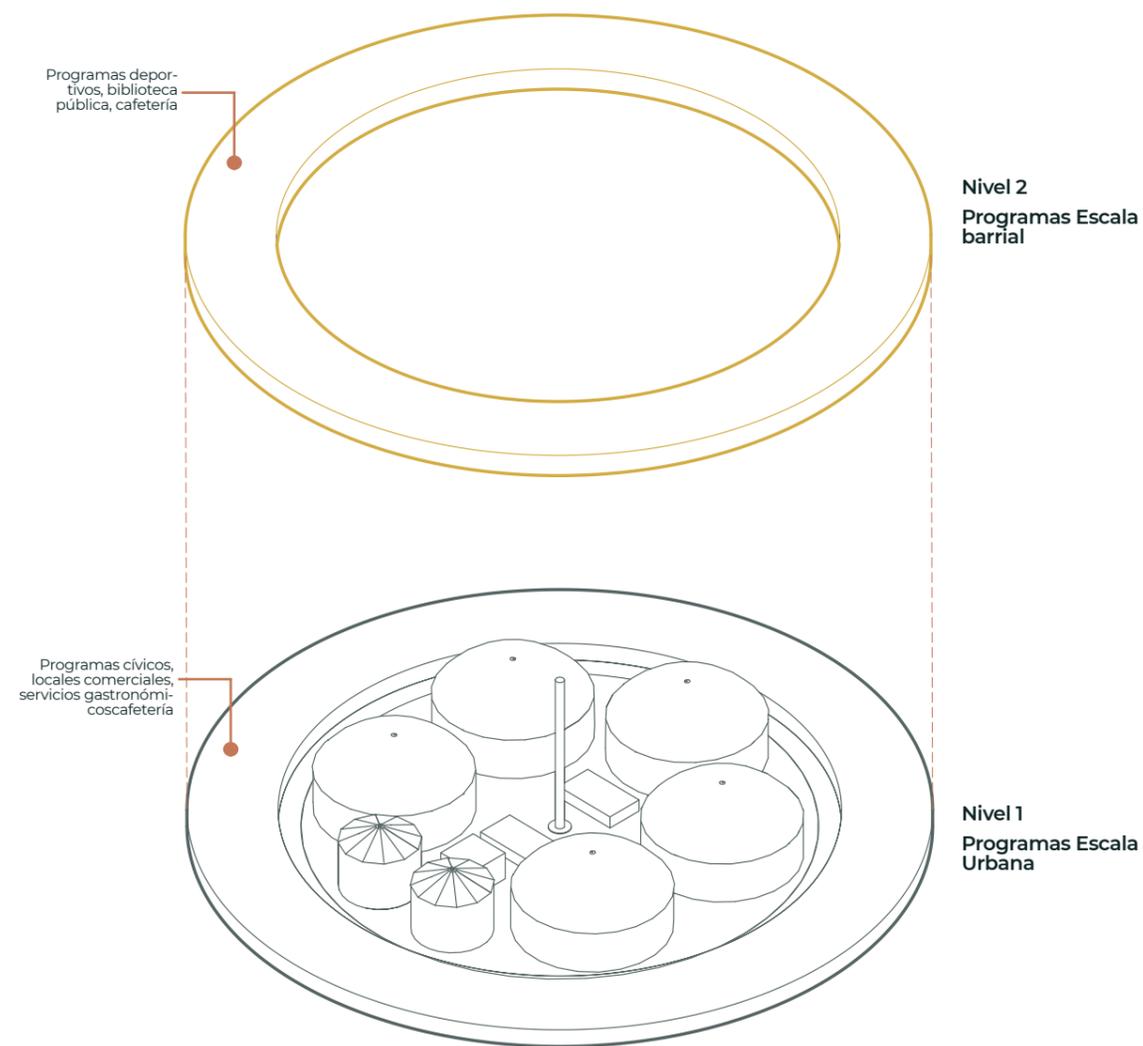


Flujo de Gestión de la Planta de Biogás
Fuente: Elaboración propia

Definidos ya la cantidad de residuos a tratar y la superficie, se debe considerar cómo va a funcionar la Planta, partiendo desde el origen de los residuos.

Primero, como se dijo anteriormente, la ENRO propone la separación en origen de los residuos orgánicos, es decir que, para este caso, los generadores (personas) deberán en sus domicilios separar lo orgánico de lo inorgánico. Luego, esto será recibido por un camión recolector. Para saber cómo será el flujo de camiones que lleguen a la Planta, se debe tener en cuenta que los residuos orgánicos, al ser húmedos, no pueden almacenarse por mucho tiempo en las zonas de origen, por lo tanto se propone una recolección de dos veces por semana para cada comuna. Esto, considerando que cada camión tiene una capacidad de entre 12 a 26 toneladas (Superintendencia de Seguridad Social, 2018), por lo que se considera el escenario más óptimo, utilizando los camiones de 26 toneladas, y que cada uno accede en promedio 3 veces al día al lugar de acopio (Superin-

tendencia de Seguridad Social, 2018), se calcula un flujo de 4 camiones entre 2 a 3 veces al día para la comuna de Santiago, y de 1 a 2 veces (con menos camiones) para las comunas de Independencia y Renca (considerando el promedio de orgánicos generados a nivel anual). En cuanto a la Planta, y tomando el capítulo donde se detallan sus partes (Marco Teórico), se establece que el punto de recepción y distribución se sitúen en el subsuelo del proyecto, de manera que no interrumpa la continuidad del espacio público ni del del mismo, por lo que se considera un sistema de bombeo desde el subsuelo hacia la superficie (a los biodigestores). Por último, en cuanto a la distribución del digestato, se debe considerar que, debido a la cantidad de orgánicos que procesaría la Planta, este producto se obtendría y distribuiría aproximadamente dos veces al año, ya que el proceso de digestión anaeróbica tiene una duración de entre 15 a 20 días, luego de esa cantidad de tiempo, el digestato se almacena para que se "seque" a cierto nivel, lo cual al finalizar, se distribuye a comunas rurales.



Ubicación de programas complementarios en la envolvente
Fuente: Elaboración propia

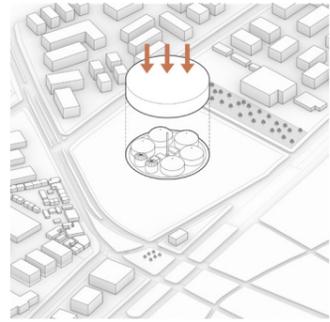
En cuanto a los programas complementarios ubicados en el espesor de la piel que envuelve la Planta de Biogás, en base a lo visto en los referentes, se decide definir estos en base a los siguientes criterios:

1. El primero consiste en que, debido a la conectividad que presenta la manzana y su posición respecto de la ciudad (cercanía respecto del centro urbano por lo mencionado anteriormente) y de la comuna de origen y colindantes, se concibe que el proyecto tiene una escala del tipo urbana, por lo tanto, se consideran programas relacionados más al ámbito cívico (bancos, registro civil, biblioteca pública) a los que se le otorgará mayor espacio debido a su importancia, y a lo comercial (locales comerciales, servicios gastronómicos).

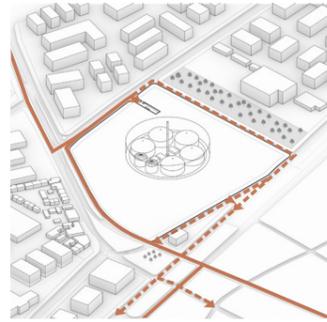
2. Definido lo anterior, es que se reduce la mirada a una escala más barrial, principalmente considerando las zonas residenciales que el polígono estudiado

albergará, por lo que se consideran programas cuyo carácter sea más recreativo, principalmente los ligados al ámbito del deporte, debido a que la comuna presenta un déficit de equipamiento deportivo, y cuyo objetivo es incentivar la ubicación de estos dentro de la comuna, lo cual también se considera como un aspecto importante del proyecto, por lo tanto se le otorgará una superficie de acuerdo a esta importancia.

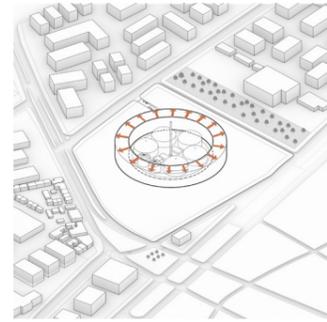
3. Por último, considerando que al buffer entre lo construido y el espacio público se le otorgará un carácter ligado a las áreas verdes (parque), se considera pertinente integrar un recorrido dentro del mix programático que destaque la importancia de la Planta de Biogás como corazón del proyecto, por lo que se vincula esto último con el parque a través de un recorrido interior, el cual integrará un acceso elevado a la Planta adherido a la piel en su zona interior.



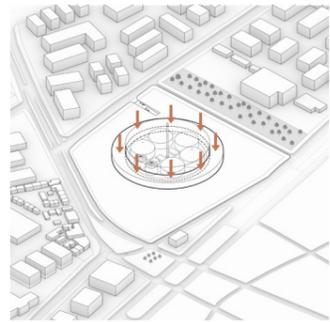
1. Situar la planta y su envolvente



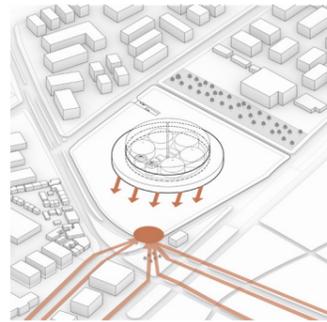
2. Acceso camiones



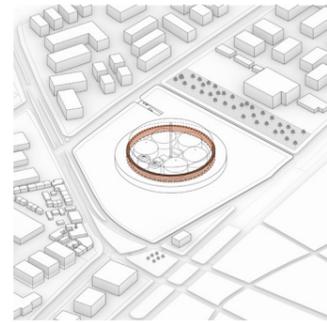
3. Espesor a la envolvente para los programas de equipamiento



4. Se hunde el volumen, se considera la Planta como elemento parte del paisaje urbano



5. Zona con mayor importancia: volumen se adapta



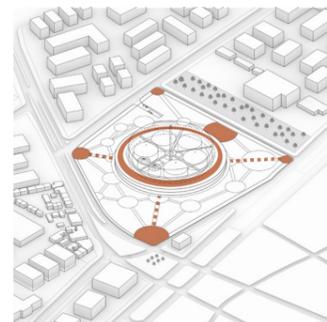
6. Definición de circulación interior horizontal



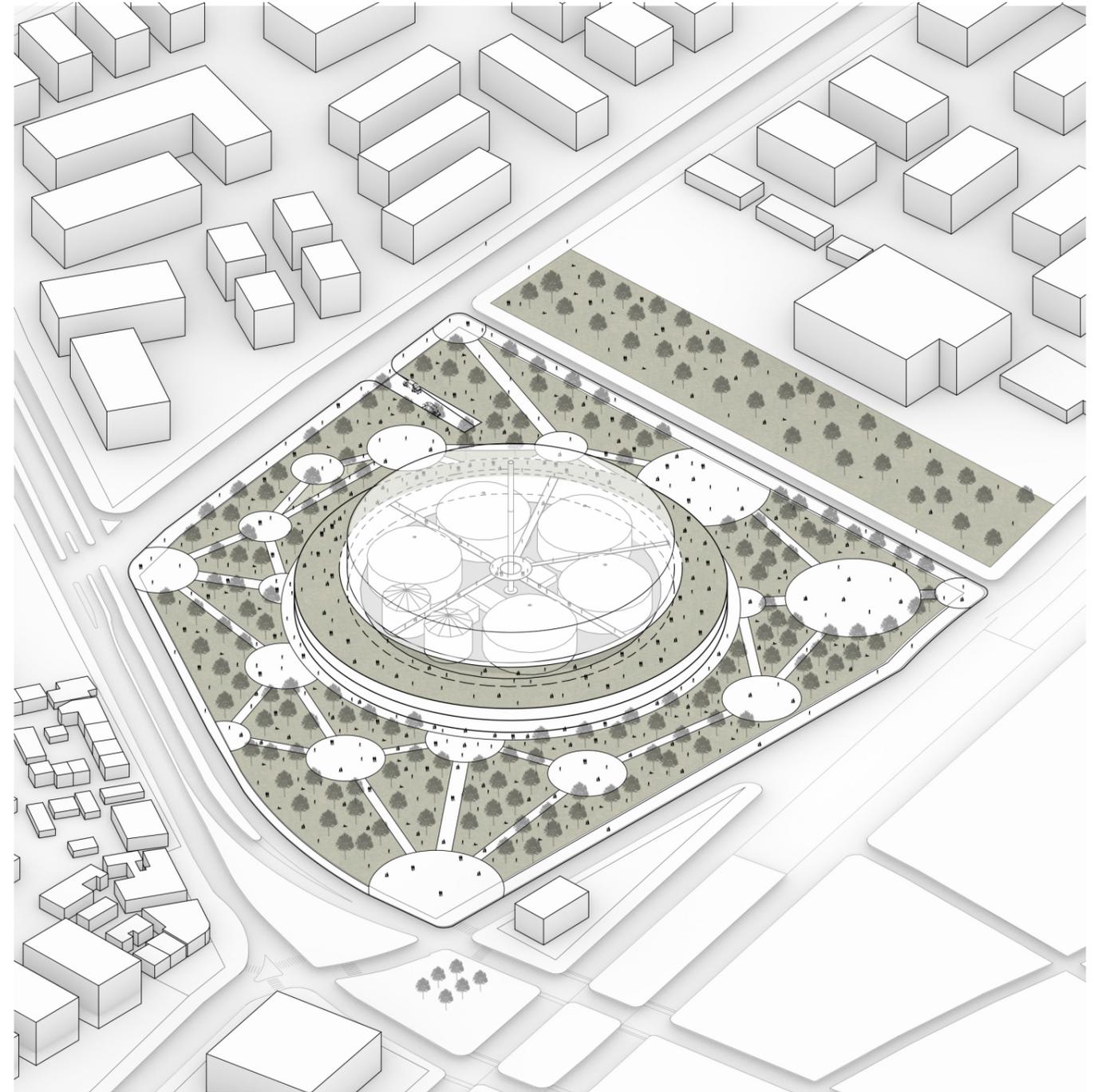
7. Se sitúan los programas de acuerdo a lo expresado en la pág. 49

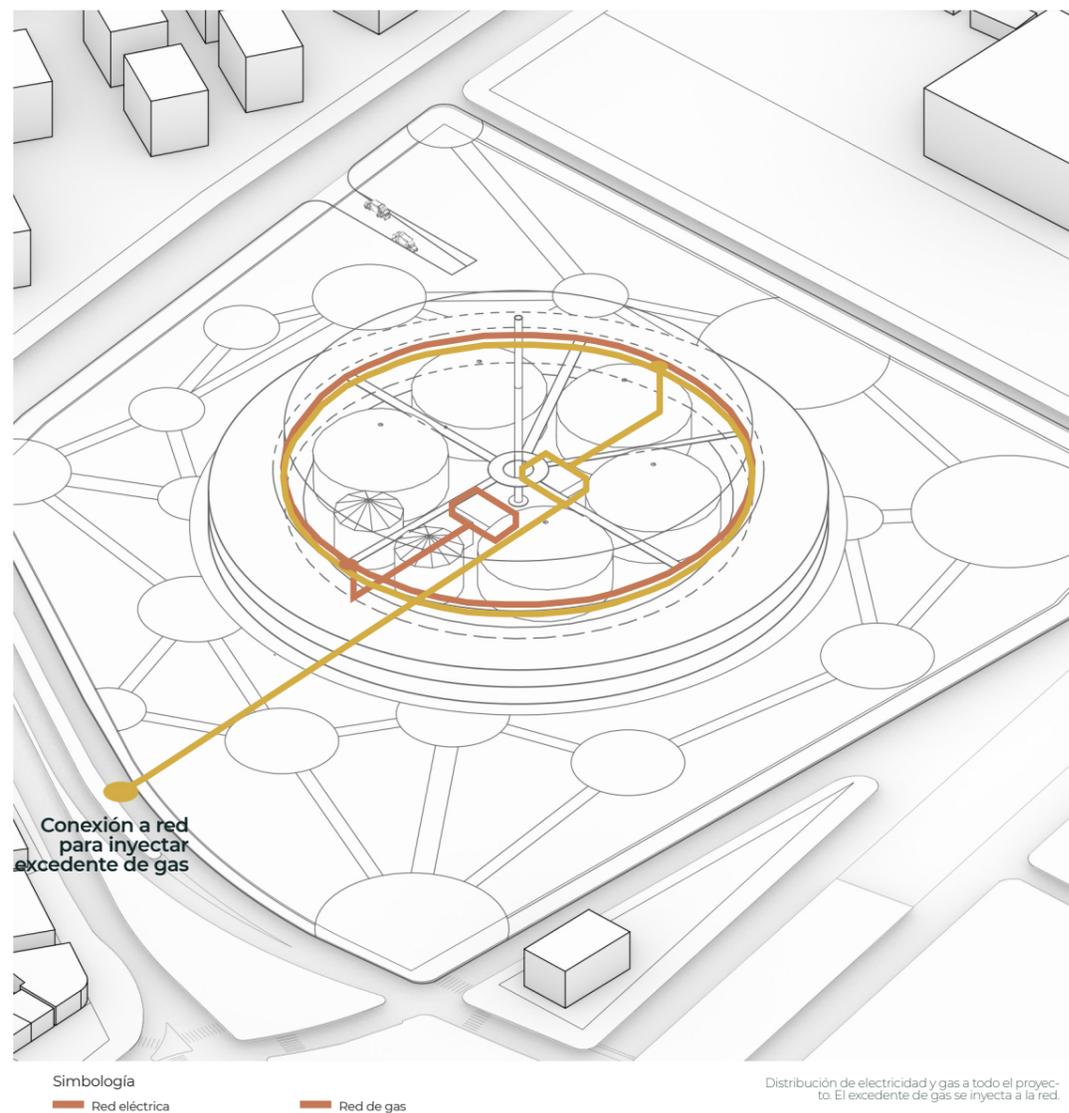


8. Se crea un recorrido interior de la planta conectado a la cubierta habitable



9. Tratamiento de áreas verdes y pavimento; conexión directa de parque con cubierta habitable





En cuanto a la sustentabilidad del proyecto, el aspecto central que se desea rescatar situando la Planta de Biogás como programa principal, es que esto le otorgue una autonomía energética.

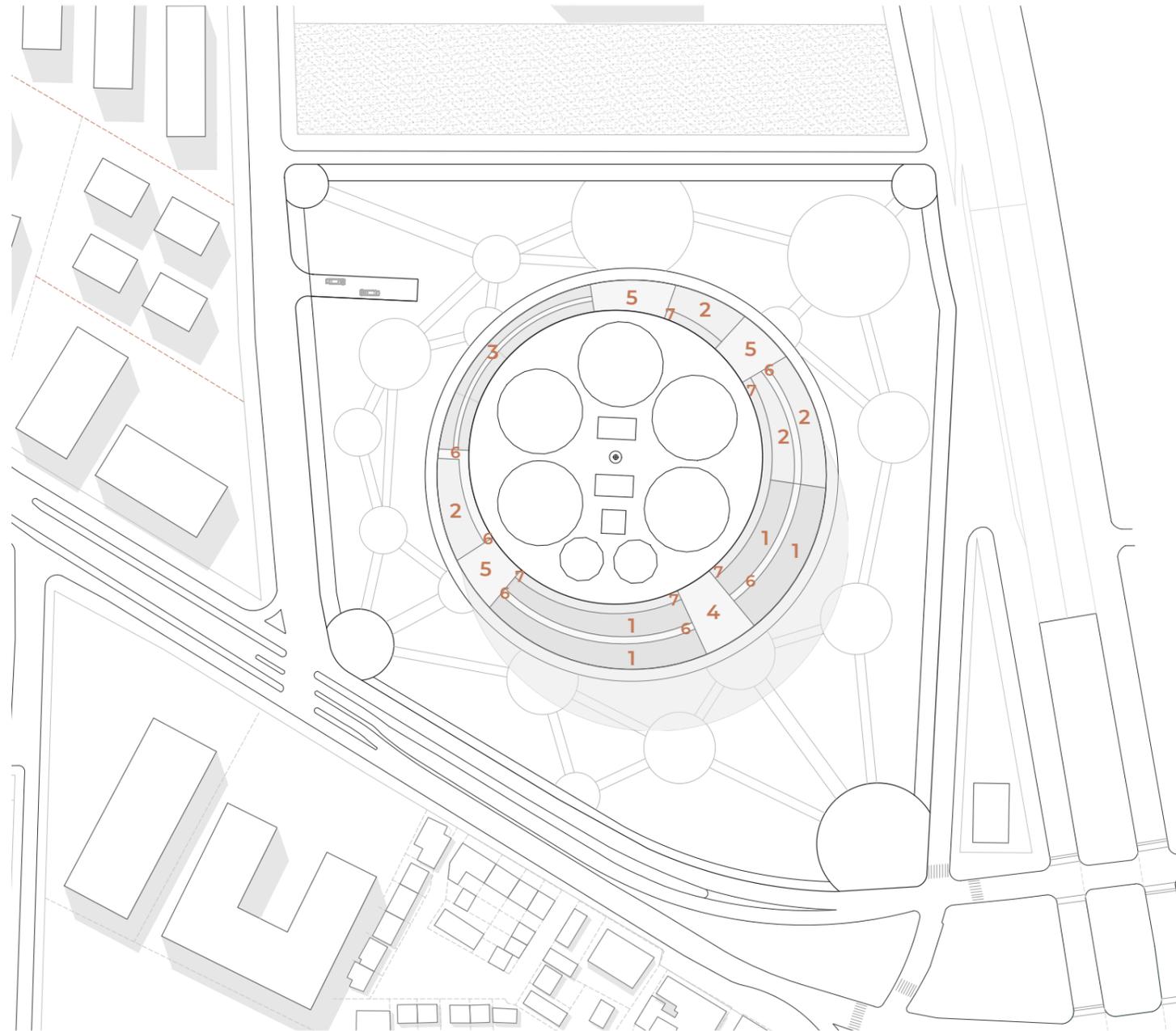
Considerando que los productos de la digestión anaeróbica abarcan no sólo el ámbito eléctrico, sino que también de calefacción/refrigeración y la obtención de gas metano, capaz de sustituir al gas natural, es que se incorporan estas variables desde un punto de vista integral para el proyecto: se privilegia en primer lugar la autosuficiencia eléctrica del proyecto, de manera que la electricidad obtenida abastezca el funcionamiento de la Planta en sí misma, los espacios destinados a los programas complementarios, y por último, el alumbrado del parque donde se emplaza el proyecto; en segundo lugar, se considera que la incorporación de sistemas activos para calefacción y re-

frigeración del proyecto no constituye un gasto energético ni, por lo tanto, un aspecto desfavorable para el proyecto, por lo tanto se integra un sistema activo para este fin; tercero, en cuanto a los servicios gastronómicos, se les otorgará el mismo gas proveniente de la planta para su uso; por último, el excedente en gas que no se ocupe en las instalaciones del proyecto se inyectará directamente a la red de gas natural, por lo que significaría también un ingreso económico para el proyecto.

Por otro lado, ligado a las estrategias pasivas, se considera un sistema de recolección de aguas lluvias y de aguas grises para su uso en el riego de las áreas verdes del proyecto. Por último, se considera que el programa habitable de la cubierta debe contemplar una capa vegetal para aminorar la cantidad de energía que se utilizaría en el sistema activo de refrigeración.

En cuanto al financiamiento, la ENRO aborda esta temática, que apela principalmente a la inversión pública, específicamente de las Municipalidades que pretenden tener una Planta de Valorización de Residuos Orgánicos del tipo industrial (compostaje o digestión anaeróbica), o, por otro lado, que la Municipalidad postule a una iniciativa de inversión a alguna línea de financiamiento externo, como el Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR, el cual es un programa de inversiones públicas a través del cual el gobierno central transfiere recursos a las regiones para el desarrollo de acciones en los distintos ámbitos de desarrollo social, económico y cultural), y el Programa de Residuos Sólidos (PNRS, programa de inversión pública administrado por el SUBDERE, el cual tiene como objetivo mejorar las condiciones de salubridad y calidad ambiental de los centros urbanos y rurales del país a través de la implementación de sistemas integrales y sostenibles para el manejo eficiente de Residuos Sólidos Domiciliarios), principalmente.

Como se puede apreciar, el actor principal para su financiamiento es la Municipalidad, sin embargo, para la gestión del proyecto, se plantea un esquema público-privado, donde la operación de la planta construida con fondos públicos sea administrada y gestionada por un privado.



- 1 Bancos, registro civil, servicios municipales
- 2 Servicio Gastronómicos
- 3 Locales comerciales
- 4 Hall de acceso principal
- 5 Hall de acceso
- 6 Circulaciones interiores
- 7 Circulaciones verticales

Planta Nivel 1



06 | Bibliografía

- Jiménez, Víctor, Hidalgo, Rodrigo, Campesino, Antonio-José, & Alvarado, Voltaire. (2018). Normalización del modelo neoliberal de expansión residencial más allá del límite urbano en Chile y España. *EURE (Santiago)*, 44(132), 27-46. <https://dx.doi.org/10.4067/s0250-71612018000200027>
- Borsdorf, Axel. (2003). Cómo modelar el desarrollo y la dinámica de la ciudad latinoamericana. *EURE (Santiago)*, 29(86), 37-49. <https://dx.doi.org/10.4067/S0250-71612003008600002>
- Janoschka, Michael. (2002). El nuevo modelo de la ciudad latinoamericana: fragmentación y privatización. *EURE (Santiago)*, 28(85), 11-20. <https://dx.doi.org/10.4067/S0250-71612002008500002>
- Sabatini, Francisco, & Wormald, Guillermo. (2004). La guerra de la basura de Santiago: desde el derecho a la vivienda al derecho a la ciudad. *EURE (Santiago)*, 30(91), 67-86. <https://dx.doi.org/10.4067/S0250-71612004009100005>
- Reyes-Paecke, S. (2021). Santiago: La difícil sustentabilidad de una ciudad neoliberal. *Academia*. https://www.academia.edu/48706320/Santiago_La_dif%C3%ADcil_sustentabilidad_de_una_ciudad_neoliberal
- Timofeew, T. (2012). ACTORES, NORMATIVA Y CAPACIDADES DE LOS MUNICIPIOS EN LA CONFIGURACIÓN DE DESEQUILIBRIOS URBANOS METROPOLITANOS: El caso de la localización de los Rellenos Sanitarios en la Región Metropolitana de Santiago: ¿Se puede jugar limpio en un negocio sucio? Pontificia Universidad Católica de Chile. <https://estudiosurbanos.uc.cl/wp-content/uploads/2012/10/TESIS-TTM.pdf>
- Gaymer, L. (2021). Espera y lucha para una remediación ambiental en medio de la basura. El caso del ex relleno sanitario lo Errázuriz. Pontificia Universidad Católica de Chile. <https://estudiosurbanos.uc.cl/wp-content/uploads/2022/04/TESIS-RGP.pdf>
- Sabatini, F., & Lerda, S. (1996). DE LO ERRAZURIZ A TIL-TIL: EL PROBLEMA DE LA DISPOSICION FINAL DE LOS RESIDUOS SOLIDOS DOMICILIARIOS DE SANTIAGO. Universidad de Chile. <https://www.sistemaspublicos.cl/wp-content/uploads/2017/04/CASO08.pdf>
- Adapt Chile. (2016). ANTECEDENTES DEL MANEJO Y GESTIÓN DE RESIDUOS EN CHILE. <https://circabc.europa.eu/sd/a/05d21118-7d52-47f9-89bd-1b7c716a1e62/Introduccion%252c%20Antecedentes%20del%20Manejo%20y%20Gesti%252c%25b3n%20de%20Residuos%20en%20Chile.pdf>
- Hidalgo, C. (2019). Dos miradas a la segregación de Santiago. CPI. <https://www.infraestructurapublica.cl/dos-miradas-la-segregacion-santiago/>
- Sepúlveda, R. (2019). Evolución de la segregación residencial: Grupos ocupacionales y políticas de vivienda popular en el Gran Santiago, 1960 - 2005. Universidad de Chile. <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/172911/evolucion-segregacion-residencial.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Mardoff, M. (2016). ESTUDIO DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS DEL GRAN SANTIAGO. Universidad Técnica Federico Santa María. <https://repositorio.usm.cl/bitstream/handle/11673/22426/3560902048717UTFSM.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Reyes-Paecke, S. (2021). Santiago: La difícil sustentabilidad de una ciudad neoliberal. *Academia*. https://www.academia.edu/48706320/Santiago_La_dif%C3%ADcil_sustentabilidad_de_una_ciudad_neoliberal
- Sabatini, Francisco. (2000). Reforma de los mercados de suelo en Santiago, Chile: efectos sobre los precios de la tierra y la segregación residencial. *EURE (Santiago)*, 26(77), 49-80. <https://dx.doi.org/10.4067/S0250-71612000007700003>
- Sabatini, Francisco, Cáceres, Gonzalo, & Cerda, Jorge. (2001). Segregación residencial en las principales ciudades chilenas: Tendencias de las tres últimas décadas y posibles cursos de acción. *EURE (Santiago)*, 27(82), 21-42. <https://dx.doi.org/10.4067/S0250-71612001008200002>
- Arfa-Zanganeh, S. (2022, 16 julio). Bio-Return: planta de biogás y compostaje. *Arquitectura y empresa*. <https://arquitecturayempresa.es/concurso/arquitectura/proyectos-concurso/bio-return-planta-de-biogas-y-compostaje>
- ASESORÍA SOBRE EL MANEJO DE RESIDUOS ORGÁNICOS GENERADOS A NIVEL MUNICIPAL EN CHILE. (2019, octubre). <https://rechile.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2020/07/Informe-1-Diagnostico-nacional-e-internacional.pdf>
- Candy, S. (2019). Urban biogas. Melbourne School of Design. <https://msd.unimelb.edu.au/research/projects/completed/VEIL/projects/urban-biogas>
- Daza, E. (2019, septiembre). VARIABLES INFLUYENTES EN EL GASTO MUNICIPAL DEBIDO A LA GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN 82 COMUNAS DE CHILE. Repositorio Universidad del Bio Bio. http://repobib.ubiobio.cl/jspui/bitstream/123456789/3534/1/Daza_Valenzuela_Eduardo_Alberto.pdf
- GIZ, Ministerio de energía, & Cooperación alemana en Chile. (2012, junio). Guía de planificación para proyectos de biogás en Chile.
- Gonzales, C., & Pino, M. (2020). Gestionando la FORSU [1] de la RM con biodigestores podríamos abonar el 32% de las hectáreas de trigo que producen nuestro alimento básico: El Pan. Fundación basura. <https://www.fundacionbasura.org/gestionando-la-forsu-1-de-la-rm-con-biodigestores-podriamos-abonar-el-32-de-las-hectareas-de-trigo-que-producen-nuestro-alimento-basico-el-pan/>
- IEA. (2020). An introduction to biogas and biomethane – Outlook for biogas and biomethane: Prospects for organic growth – Analysis. <https://www.iea.org/reports/outlook-for-biogas-and-biomethane-prospects-for-organic-growth/an-introduction-to-biogas-and-biomethane>
- Intendencia Region Metropolitana. (2020). Santiago Humano y Resiliente.
- Larraín, C., Araneda, C., & Espinoza, F. (2022, abril). Análisis y propuestas sobre la reconversión de áreas industriales urbanas en Chile.
- MARDOFF, M. (2016, noviembre). ESTUDIO DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS DEL GRAN SANTIAGO. <https://repositorio.usm.cl/bitstream/handle/11673/22426/3560902048717UTFSM.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ministerio del Medioambiente, Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, Corporación de Fomento de la Producción, & Agencia de Sustentabilidad y Cambio climático. (2020). Hoja de ruta para un Chile circular al 2040. <https://economiacircular.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2021/07/HOJA-DE-RUTA-PARA-UN-CHILE-CIRCULAR-AL-2040-ES-VERSION-COMPLETA.pdf>
- Orellana, L., & Cofre, P. (2021). ESTRATEGIA REGIONAL DE RESIDUOS SÓLIDOS. <https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2018/03/PUBLIC-ESTRATEGIA-Reg-Residuos-Solidos-Digital.pdf>
- Pérez, M., & Scarlette, J. S. (2018). Diseño a escala local: Equipo domiciliario para el aprovechamiento de residuos. Repositorio Académico de La Universidad de Chile. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/159533?show=full>
- Redagrícola. (2017, 21 marzo). Lo básico para entender el biogás. Redagrícola Chile. <https://www.redagricola.com/cl/lo-basico-entender-biogas/#:%7E:text=Valor%20energ%C3%A9tico%3A%20un%20m3,1%2C3%20kg%20de%20madera>
- Rutz, D., Janssen, R., Hoffstede, U., Beil, M., Hahn, H., Kulisic, B., Jurić, Ž., Kruhek, M., Ribic, B., Haider, P., Gostomska, A., Nogueira, M. A., Martins, A. S., Martins, M., Docéu Albuquerque, M., Dzene, I., Niklass, M., Gubernatorova, I., Schinnerl, D., ... Pawlak, P. (n.d.). ORGANIC WASTE FOR BIOGAS PRODUCTION IN URBAN AREAS. Technology.
- Scarlat, N., Dallemand, J. F., & Fahl, F. (2018). Biogas: Developments and perspectives in Europe. *Renewable Energy*, 129, 457-472. <https://doi.org/10.1016/J.RENENE.2018.03.006>
- SEREMI. (2017). INFORME RELLENOS SANITARIOS - RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN LA RMS.
- SUBSECRETARÍA DE DESARROLLO REGIONAL Y ADMINISTRATIVO. (2018, junio). "DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN POR COMUNA Y POR REGIÓN EN MATERIA DE RSD Y ASIMILABLES".
- United Nations Development Programme. (2018, 29 octubre). Turning Waste into Clean Energy Through Biogas. UNDP. https://www.undp.org/kenya/news/turning-waste-clean-energy-through-biogas?utm_source=EN&utm_medium=GSR&utm_content=US_UNDP_PaidSearch_Brand_English&utm_campaign=CENTRAL&c_src=CENTRAL&c_src2=GSR&gclid=Cj0KCCjw5ZSWBhCVARISALERCvyZdko3YvMFQ1gZS2HbogLez12_j-C1wXe0UPZseh0KpbZ3D65OAOaAn-3IEALw_wcB
- Coll, E., & Walter, W. (2020, 27 mayo). Sistema.bio en Filipinas: Produciendo biogás con desechos orgánicos urbanos. Sistema.bio. <https://sistema.bio/co/blog/sistema-bio-asia-filipinas-producir-biogas-con-desechos-comida/>
- Vogeli, Y., & Zurbrugg, C. (2088). Biogas in Cities – A New Trend? [eawag.ch. https://www.eawag.ch/fileadmin/Domain1/Abteilungen/sandec/publikationen/SWM/Anaerobic_Digestion/SN9_Biogas-Cities.pdf](https://www.eawag.ch/fileadmin/Domain1/Abteilungen/sandec/publikationen/SWM/Anaerobic_Digestion/SN9_Biogas-Cities.pdf)

