



# Centro de Clasificación de Residuos Domiciliarios de Pequeño y Gran Volumen

MEMORIA DE TITULO | 2017

**Revalidante:** Edith Urtubia Mora

**Profesor Guía:** Mario Terán Pardo

## **Profesores Asesores en Corrección:**

María Isabel Pavéz

María Eugenia Pallares

Jing Chang Luo

Jeannette Roldan

Gonzalo Arze

Francis Pfenniger

## **Profesionales Externos Consultados:**

Hernán Boettiger. | Jefe Departamento de Catastro.

Blanca Muñoz. | Jefa Departamento de Aseo y Ornato

Antonio Abarca Del Pino.

Jefe del Departamento de Desarrollo Sostenible

Profesionales pertenecientes a la Municipalidad de Pudahuel





# **INDICE**

CAPITULO 1: INTRODUCCION.....	4
1.1. Motivaciones.....	5
1.2. Problemática .....	6
1.2.1. Problemática Según PESSA.....	9
1.3. Objetivos .....	13
CAPITULO 2: FUNDAMENTACION .....	15
2.1. Distintos tipos de residuos requieren de instrumentos específicos.....	16
2.2. Distribución de reciclables según tipo .....	17
2.3. Mercado del Reciclaje .....	20
2.4. Recolección de residuos.....	23
2.5 Análisis de referentes.....	25
CAPITULO 3: PROYECTO .....	36
3.1. Respuesta al Problema Planteado .....	37
3.2. Localización .....	38
3.3. Propuesta Urbana .....	61
3.4. Propuesta Arquitectónica .....	62
3.5. Propuesta Estructural y Constructiva.....	68
3.6. Propuesta de sustentabilidad integral .....	72
3.7. Propuesta de uso y mantención del centro .....	75
CONCLUSIONES .....	84
BIBLIOGRAFIA.....	85

## **CAPITULO 1: INTRODUCCION**

## 1.1. Motivaciones

El interés particular para desarrollar esta investigación nace en mi proceso de Revalidación de Título obtenido en la Universidad Marta Abreu de las Villas, Villa Clara Cuba. Debido a que es un tema que personalmente me aqueja y crea en mí la necesidad de conocer más a fondo el problema y con ello encontrar posibles aristas o enfoques, desde los cuales se pueda abordar una posible solución.

Con lo antes mencionado me estoy refiriendo a un tema que a nivel mundial es preocupante, me refiero al tema del reciclaje, puesto que los residuos constituyen uno de los principales desafíos para las políticas ambientales del siglo XXI. En una sociedad basada en el hiperconsumo y la obsolescencia programada, cada vez son más los residuos que se generan con consecuencias indiscutidas en el ambiente.

Una situación frustrante que, sin embargo, no debe impedir que cada uno de nosotros participemos aportando de manera posible, porque, la motivación está precisamente ahí, en ese convencimiento personal de que otro mundo es posible desde ahora mismo.

Hoy en día uno de los problemas más graves que sufren nuestras ciudades es la generación, y gestión inadecuada de los residuos, la forma en que se maneja esa basura, una vez que ha sido generada.

No hay una solución ideal para la basura, una vez que ha sido generada pero, algo hay que hacer con ella, debemos buscar la alternativa que sea menos perjudicial para la población y el ambiente, y que a la vez sea posible desde el punto de vista económico.

Cuando se toma conciencia sobre la importancia de conservar el medioambiente, de lo escasos que son los recursos, es fácil e incluso inevitable acabar haciendo algunas sugerencias y en mi caso personal resolver el problema desde una de sus aristas como lo es una infraestructura adecuada.

El esfuerzo del reciclaje es colectivo, en cuanto su importancia se mide con cifras

En los últimos años nuestro país ha alcanzado un nivel de disposición de residuos domiciliarios en rellenos con garantías sanitarias y ambientales cercano al 60%.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Primer Reporte del Manejo de Residuos Sólidos en Chile, 2010

Gráfico 3.2-1: Generación de residuos sólidos en Chile. Años 2000 al 2009

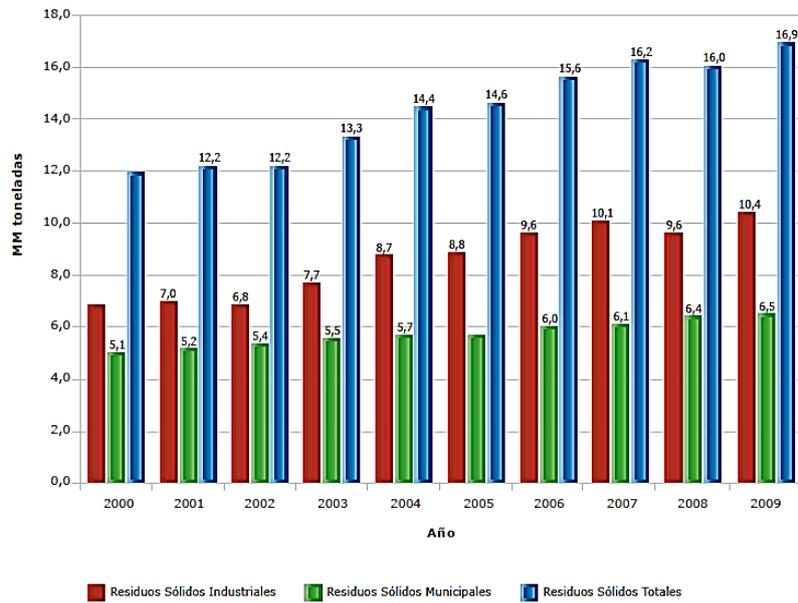


Gráfico 1: Generación de Residuos

Fuente: Primer Reporte del Manejo de Residuos Sólidos en Chile, 2010

Siendo los principales problemas que impiden el correcto funcionamiento del reciclaje en todo el mundo

- ✓ Infraestructuras inadecuadas para el tratamiento de los desechos
- ✓ Falta de contenedores en las calles para que la gente tenga la oportunidad de separar los residuos
- ✓ Falta de campañas públicas de concientización explicando los beneficios y los motivos por los cuales se debe reciclar

## 1.2. Problemática

Para afrontar la problemática es necesario abordar algunas preguntas y conocer datos sobre la generación de residuos en Chile:

¿Qué se entiende por residuos en Chile?<sup>2</sup>

Muchos conceptos relativos al manejo de residuos no se encontraban descritos dentro de la legislación chilena sino hasta este año -2016- donde la Ley 20.920 (Establece marco para la gestión de residuos, refiere la responsabilidad extendida del productor y fomenta el reciclaje) define residuo como cualquier “sustancia u objeto que su generador desecha o tiene la

<sup>2</sup> Antecedentes del manejo y gestión de residuos en Chile

intención u obligación de desechar de acuerdo a la normativa vigente”. Previo a esto, el concepto de residuos se encontraba definido en la Política de Gestión Integral de Residuos de 2005.

Los residuos se clasifican de la siguiente forma de acuerdo a lo señalado en la Figura 1



Figura 1. Clasificación de residuos en Chile.  
Fuente: Antecedentes del manejo y gestión de residuos en Chile

### Generación de residuos en Chile

Los registros sobre la generación y manejo de residuos son recientes a nivel nacional, por lo que no se cuenta con registros rigurosos y extensos en el tiempo, a excepción de los residuos peligrosos. Recién a partir del año 2015 se habilitó el Sistema de Ventanilla Única del Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes para el registro de generadores y destinatarios de residuos sólidos de más de 12 toneladas anuales.

La información presentada a continuación corresponde a una panorámica general sobre la generación nacional de residuos durante este siglo. La generación de residuos a nivel nacional ha ido aumentando progresivamente. Sólo de residuos sólidos, en el año 2009 fueron generadas cerca de 20 millones de toneladas. A continuación se detalla la evolución temporal de la generación de residuos en Chile junto a algunos indicadores relacionados, para el periodo comprendido entre los años 2000 y 2009, fecha desde el cual se lleva registro y cuya

información es resumida en el Primer Reporte sobre Manejo de Residuos Sólidos en Chile, elaborado en 2010 y del cual no se ha encontrado actualización.

<b>Año</b>	<b>2000</b>	<b>2005</b>	<b>2009</b>
<b>Población (hab)</b>	15,45 millones	16,34 millones	16,9 millones
<b>PIB (USD)</b>	75.404 millones	118.250 millones	161.781 millones
<b>PIB per cápita (USD/hab)</b>	4.897	7.269	9.525
<b>Generación Residuos Sólidos (ton)</b>	12 millones	14,6 millones	19,6 millones
<b>Generación Residuos Sólidos per cápita (ton/hab)</b>	0,78	0,89	1,16
<b>Generación Residuos Industriales por PIB (kg/ mil USD)</b>	91	75*	64
<b>Generación Residuos Municipales por habitante (kg/hab)</b>	326	359**	384
<b>Tasa de valorización de Residuos (%)</b>	5,1	6,8	6,3
<b>Instalaciones de Valorización (unidades)</b>	33	66	137

Fuente: Antecedentes del manejo y gestión de residuos en Chile

Por un lado, se observa cómo el aumento de la generación de residuos se correlaciona con el aumento sostenido de la población. Por otro lado, a pesar de que las políticas de gestión de residuos fueron incipientes durante la década del 2000, se observa también el aumento de la infraestructura destinada a la clasificación de residuos, lo que habla de esfuerzos nacionales para la recuperación de estos y la disminución de la carga de los sitios de disposición final. En 2009, de los 19,6 millones de toneladas de residuos sólidos generados, 6,5 millones de toneladas correspondieron a residuos municipales, mientras que los 10,4 millones de toneladas restantes correspondieron a residuos industriales.

En nuestro país se produce en promedio 385 kg de residuos domiciliarios por persona, lo que estima reciclado un 10%.

Cabe destacar que en el país la generación de residuos se ha incrementado considerablemente por lo que se afianzan las gestiones públicas decididas a realizar un cambio en los hábitos de la comunidad frente al tema y crear condiciones para una buena prestación de servicios de aseo, con estándares ambientales sanitarios y económicos acorde con su importancia social, otorgando tal relevancia e incorporándolo en los Planes Reguladores Comunales, considerando la recolección de residuos sólidos no solo en los vertederos y rellenos sanitarios establecidos

sino haciendo necesarias las plantas de transferencias y puntos limpios de manera de mitigar y reducir a largo plazo como lo establece el “Plan de Acción Santiago Recicla”

Este Plan, es el resultado del trabajo de diversos sectores, entre otros servicios públicos (Intendencia Metropolitana, Seremi del Medio Ambiente RM, GORE) municipios, recicladores de base, empresas, ONGs (Fundación Casa de La Paz), entre otros, quienes a inicios del año 2009 participaron en la elaboración de un documento consensuado, el cual se enmarca en el ámbito de la aplicación de la “Política de Gestión Integral de Residuos Sólidos” aprobada por la Comisión Nacional del Medio Ambiente con fecha 17 de enero del año 2005.<sup>3</sup>

El problema de los residuos es necesario abordarlo desde todas sus aristas otorgando una mirada holística y entendiéndolo de manera integral, es por ello que en este trabajo se desarrolla la sigla PESAA, que no es más que definir la problemática a partir de: Política, Económica, Social, Ambiental y Arquitectónica, y otorgar soluciones para el desarrollo sustentable del hábitat en que vivimos.

### 1.2.1. Problemática Según PESSA

**Problemática Política:** La normativa actual es dispersa e incompleta, presenta vacíos legales lo que genera la descoordinación sectorial, inseguridad jurídica y falta de creación de mercados alternativos de manejo de residuos, en la Ley de Bases Generales del Medio Ambiente, no se aborda el tema de los residuos de manera específica.

#### Residuos Sólidos Domiciliarios (RSD)

La generación de residuos sólidos domiciliarios ha experimentado un considerable aumento en los últimos años tanto en la Región Metropolitana como en el resto del país. Esta categoría de residuos comprende restos de vegetales, de animales, papeles, cartones, metales, plásticos y vidrios, entre otros, generados en los hogares.

También ha comenzado a convertirse en un problema la gran cantidad de artefactos de mayor volumen para los cuales no se han determinado lugares de disposición final y hoy comienzan a verse en sitios eriazos y a orillas de los caminos.

El ente encargado de cumplir con la función de aseo y ornato son las Municipalidades, función que no está claramente definida, puesto que hacerse cargo de recolectar, transportar y eliminar por métodos adecuados la basura, residuos y desperdicios que se produzcan o depositen en la vía urbana, no especifica de qué tipo de residuos se trata, ni en qué consisten esos.

---

<sup>3</sup>Plan de acción de reciclaje intersectorial “Santiago Recicla”, Abril 2009

De lo antes señalado Ley de Rentas Municipales<sup>4</sup> señala:

*... se considerarán residuos sólidos domiciliarios a las basuras de carácter doméstico generadas en viviendas y en toda otra fuente cuyos residuos presenten composiciones similares a los de la vivienda...*

Concepto de lo cual resulta procedente el cobro del Derecho Municipal de Aseo, y que es dudoso en el ámbito de gestión de residuos.

Esta falta de definiciones lleva a que la mayor parte de las municipalidades den soluciones a los residuos domiciliarios tradicionales que conocemos normalmente como “bolsa de basura” y no para otros residuos como lo son los “RESIDUOS VOLUMINOSOS” ejemplo de esto son: refrigeradores, mobiliario, colchones, cocinas, televisores, los residuos electrónicos y los residuos vegetales (podas), las municipales no dan solución a este tipo de residuos y no necesariamente se preocupan de que estos sean eliminados adecuadamente.

En consecuencia, la falta de claridad en las responsabilidades municipales contribuye a la proliferación de sitios ilegales de disposición, o a la existencia de microbasurales de residuos domiciliarios no asimilables a las bolsas de basura.

**Problemática Económica:** Actualmente, la metodología de cálculo de la Ley de Rentas Municipales, considera solo los costos del retiro, tratamiento intermedio y disposición final de los residuos en vertederos y no incluye los asociados a la inversión y operación de estaciones de transferencia o centros de clasificación de residuos necesarios para su tratamientos.

Por otra parte, la actual Ley de Rentas Municipales, establece que aquellos predios cuyo valor sea menor a 225 UTM, estarán afectos al pago de tarifa de aseo, reduciendo la cantidad de ingresos, por este concepto, a los municipios.

La recolección y el transporte no presentan mayores economías de escala ni de ámbito y, por ende es un segmento potencialmente competitivo. Sin embargo otros factores tales como el tamaño reducido del mercado y los costos de congestión y ambientales que derivan de la multiplicación de los prestadores, hacen poco deseable una liberación completa del mercado.

En cambio la actividad de disposición final presenta economías de escala importantes y, por lo mismo, la multiplicación de lugares de disposición final resulta ineficiente desde el punto de vista económico, además, desde el punto de vista sanitario y ambiental presenta desventajas, en tanto aumentan los puntos de impactos ambientales.

En cuanto a la participación del sector privado en el mercado de los residuos domiciliarios, es posible observar una tendencia clara hacia una participación creciente. Se estima que cerca del

---

<sup>4</sup>Ley de Rentas Municipales, Artículo 6°

80% de las comunas de más de 50.000 habitantes han licitado el servicio de recolección y disposición final.

Durante muchos años se ha pensado que lo “ambientalmente adecuado”, en lo que respecta a la gestión de los residuos sólidos domiciliarios no va de la mano con lo “económicamente conveniente”.

Existe el prejuicio de que la opción del reciclaje, no lo es desde el punto de vista económico, comparado con la alternativa de la disposición final en rellenos sanitarios, claramente no se contempla una gran inversión para resolver el problema de los residuos y se hace más cómodo y económico para los municipios seguir con esta actividad sin acceder a alternativas en cuanto a la disposición final de los residuos.

**Problemática Social:** En general la ciudadanía muestra una baja responsabilidad en relación a los residuos que genera e indiferencia con la gestión del mismo; reduciendo su intervención a exclusivamente entregar bolsas con basura para la recolección municipal. Es por lo tanto evidente la falta de educación y de buenas prácticas ambientales por parte de la ciudadanía, en relación a la gestión de los residuos.

Muchos usuarios siguen viendo el servicio de aseo como una obligación de la municipalidad para los vecinos, no percibiendo la significativa cantidad de recursos que le demanda dicha operación a las arcas de recursos municipales.

La participación ciudadana en los procesos de evaluación de impacto ambiental de proyectos de saneamiento ambiental<sup>5</sup> se ha caracterizado por la conflictividad y la oposición de los vecinos a la instalación de proyectos de manejo de residuos en sus comunas o en sectores aledaños a predios rústicos. Esto, debido a lo que ellos consideran la pérdida de plusvalía de sus terrenos, a temas de la seguridad y riesgos, a la contaminación atmosférica, acústica e hídrica asociada tanto al paso de los camiones como a la operación del relleno. Sin embargo es un hecho importante de hacer notar que el ciudadano común no ha logrado asimilar la enorme diferencia que existe entre un basural y un relleno sanitario. Lo común es que se tienda a asociar un relleno sanitario con un basural, lo que lleva a los vecinos a asumir la postura de rechazo a la instalación de este tipo de proyectos.

---

<sup>5</sup>Los proyectos de saneamiento ambiental, sean rellenos sanitarios, estaciones de transferencia, plantas de tratamiento y disposición final de residuos, ha generado al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, alcanzar la cifra de 75 proyectos de los cuales 35 han sido aprobados, 5 se encuentran en calificación y el resto ha sido rechazados o están desistidos.

En razón a lo anterior, no cabe duda que se debe iniciar en conjunto con la ciudadanía un programa de capacitación que involucre a todos los vecinos, de modo de informar acerca de lo complejo que está siendo el tema para cada municipio e incentivar la corresponsabilidad en lo que se refiere a la gestión de los residuos apostando a la minimización de estos.

En el plano de la educación formal, a partir de la Reforma Educacional, el tema “Medio Ambiente”, como también el “Desarrollo Sustentable”, señala que el proceso de socialización escolar debe afianzar en los alumnos capacidades para proteger el entorno natural y promover sus recursos como contexto de desarrollo humano. Si bien el tema residuos no aparece explícitamente en los sectores y subsectores de aprendizaje, es posible encontrar espacios que permiten insertarlo de acuerdo al nivel de estudio con que se esté trabajando.

**Problemática Ambiental:** Las personas generan grandes cantidades de basura, al punto tal que se ha convertido en un problema ambiental muy serio, en la mayoría de las ciudades del mundo. Por un lado, el volumen de residuos crece día a día y por otro, las alternativas para disponerlos son discutidas por sus impactos sobre el ambiente. La pregunta es: ¿qué hacer entonces con tanta basura?

Otro problema relacionado, es que hay lugares en los cuales se deja la basura clandestinamente, sin tener en cuenta los problemas que se pueden ocasionar, tanto para el ambiente como para la salud de las personas que habitan cercano a estos llamados microbasurales y que favorecen la proliferación de moscas, ratones, etc. los cuales se transforman en un problema ambiental y sanitario que por lo demás estos microbasurales son completamente ilegales y no cuentan con ningún tipo de control ni regularización.

En los vertederos establecidos existe la contaminación emanada por gases originados por los procesos de descomposición de la materia orgánica de la basura, produciendo gases tóxicos y por ende gases que son dañinos para la salud como lo son: el metano y el dióxido de carbono.

Cabe mencionar los residuos plásticos y el grave impacto que tiene para el medio ambiente, puesto que genera la contaminación de terrenos que puede durar varios siglos, esto debido al largo tiempo que requiere para ser descompuesto este material.

Es evidente que esta problemática nos que afecta a todos.

Uno de los problemas más graves que sufren nuestras ciudades es la generación, y gestión inadecuada de los residuos. Se denomina “*generación*” a la producción de la basura, y “*gestión*” a la forma en que se maneja esa basura, una vez que ha sido generada. Cada una

de estas dos grandes etapas, involucra otros factores que hacen que el daño para el ambiente y la población, pueda ser cada vez mayor.

No hay una solución ideal para la basura, una vez que ha sido generada pero, algo hay que hacer con ella, debemos buscar la alternativa que sea menos perjudicial para la población y el ambiente, y que a la vez sea posible desde el punto de vista económico.

**Problemática Arquitectónica:** No es posible contar con una infraestructura física que fomente el reciclaje, cabe señalar que hoy en día la mayor parte del mismo se realiza de manera ilegal y vulnera la seguridad como la salud de quienes realizan esta labor.

Al no existir una solución arquitectónica adecuada esta actividad del reciclaje se realiza en lugares abiertos donde las medidas de seguridad escasean puesto que no presenta regulación, aun siendo una actividad formal se realiza en galpones o espacios abiertos sin tener en cuenta las condiciones de trabajo de habitabilidad y más grave aún los riesgos que presenta para quienes desempeñan este trabajo, es donde se encuentran los recicladores informales conocidos como recicladores base, quienes de forma independiente realizan esta labor, y quienes tampoco cuentan con un área establecida, ni equipamiento mínimo necesario que les permita realizar el proceso de clasificación de residuos, muchas veces lo realizan en sus propios hogares como también es realizado literalmente en la calle.

### 1.3. Objetivos

La gestión integral de los residuos se refiere a todas las acciones relacionadas con el manejo de un residuo, desde antes de su generación hasta su eliminación, cuestión contraria al hábito tradicional de desechar todo residuo que se genera. La gestión integral se inicia con la producción de un producto, siendo esta la primera etapa en la cual se debe intervenir para disminuir la cantidad de residuos a generar y por lo tanto manejar.

Para ello es necesario conocer a cabalidad los procesos que deben desarrollar las plantas de clasificación y luego las plantas de reciclaje. Para lograr dotar a la comunidad de una infraestructura adecuada que cumpla los requisitos que requieren este tipo de centros.

#### Objetivo General:

- ✓ Estudiar plantas de clasificación de residuos para así entender los requerimientos funcionales y técnicos con la intención de incorporarlos en un nuevo Centro de Clasificación de Residuos Domiciliarios.

#### Objetivos Específicos:

- ✓ Analizar las alternativas de plantas arquitectónicas con el propósito de conocer las tecnologías asociadas y los flujos necesarios para un desarrollo efectivo del material.
- ✓ Identificar la problemática de manera integral en la Comuna de Pudahuel generada por residuos sólidos domiciliarios.
- ✓ Fomentar y estimular el desarrollo de estrategias educativas dirigidas al buen manejo de los recursos, a un mejor desempeño en la gestión ambiental mediante la concientización y la adopción de buenas prácticas que sean amigables con el medio ambiente.

## **CAPITULO 2: FUNDAMENTACION**

## 2.1. Distintos tipos de residuos requieren de instrumentos específicos.

Los residuos son generados en las distintas etapas del ciclo de vida de un producto: durante la extracción y producción de las materias primas y en la manufactura, terminada la vida útil de un producto, éste se transforma en un residuo.



Figura 2:Proceso de vida de un producto  
Fuente: Elaboración Propia

La percepción de ciclo de vida permite considerar que cualquier material es parte de un sistema global, que cumple diversas funciones en el tiempo y que este no termina su rol en un momento determinado, sino que siempre es parte de nuestro entorno, ya sea como residuo o como nuevo producto a través del reciclaje.

El reciclaje es fundamental en la vida de un producto, ya que este permite que se transforme de un proceso lineal a uno circular, donde un desecho puede ser nuevamente incorporado al proceso para dar vida a un nuevo producto.

Los productos en vez de ser desechados ingresan a un proceso de clasificación, en donde son seleccionados, separados según sus características, limpiados y triturados y/o compactados, para su posterior proceso de reciclaje, en donde serán convertidos en nuevas materias primas.

Cabe destacar que no todos los productos existentes pueden ser reciclados, la mayor parte de los residuos domiciliarios pueden ser puestos en valor para su posterior reciclaje, siendo los más comunes:

- ✚ Metales
- ✚ Vidrios
- ✚ Papeles y Cartones
- ✚ Plásticos

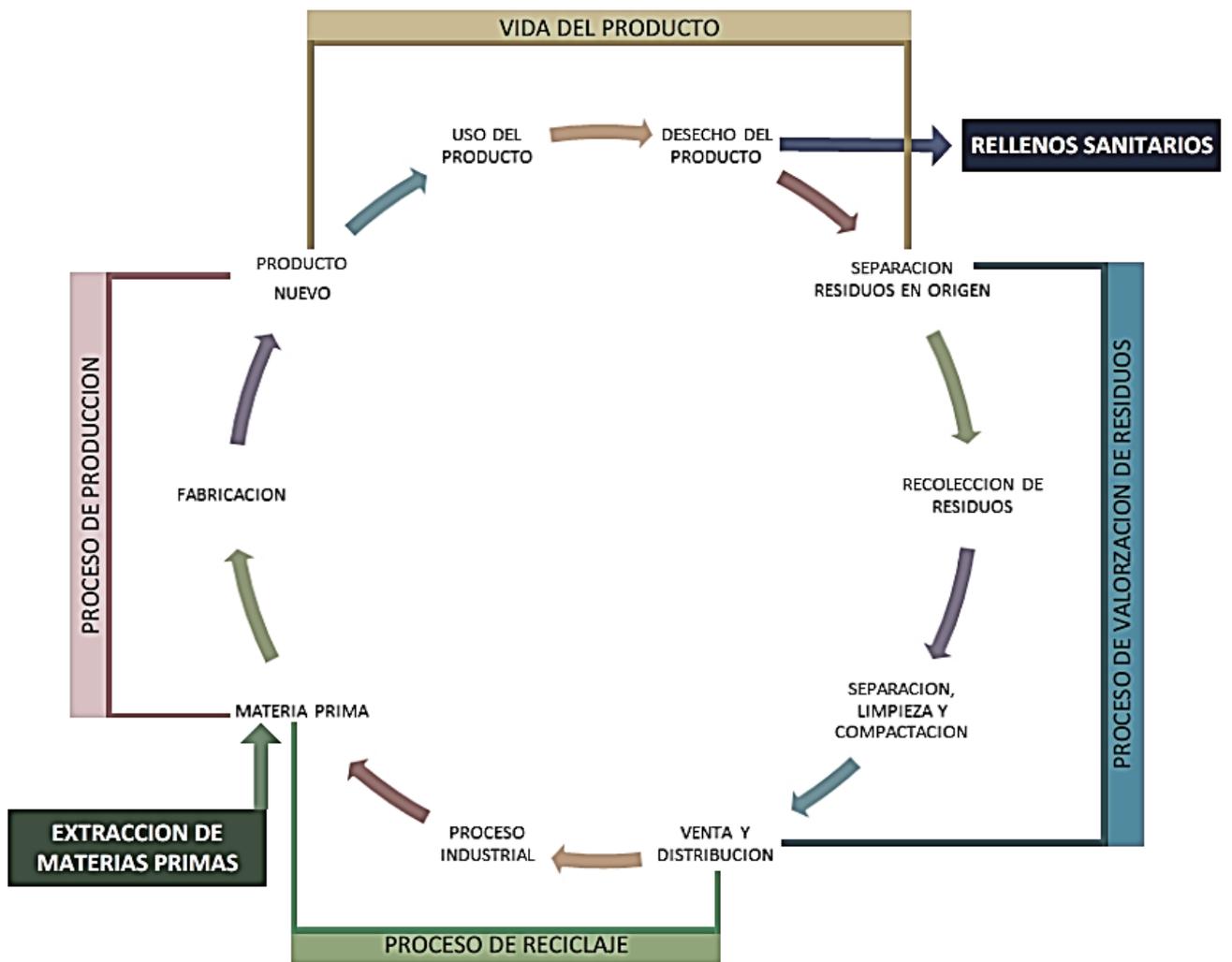


Figura 3: Ciclo de vida de un Producto  
Fuente: [www.conama.cl](http://www.conama.cl)

## 2.2. Distribución de reciclables según tipo

En general, los residuos pueden ser caracterizados de acuerdo al porcentaje de material contenido, pudiendo estos ser de origen vegetal, animal, artificial y materias primas fáciles de re-incorporar al ciclo de vida como el vidrio, metales, papel y cartones.

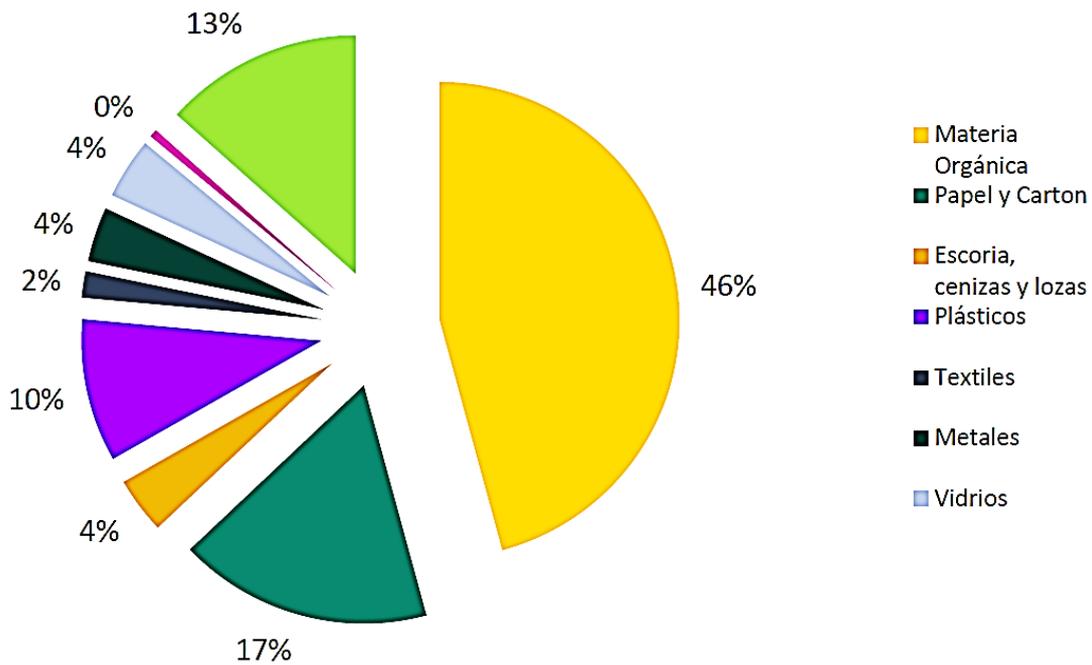


Gráfico 2: Composición de los Residuos Sólidos Domiciliarios de la RM según peso  
Fuente: www.conama.cl

Como se muestra en el gráfico 2, los residuos que se encuentran en mayor cantidad son la materia orgánica (46%), el papel y cartón (17%) y los plásticos (10%), si bien existen otros en mayor proporción estos corresponden a residuos difíciles de clasificar por su gran diversidad y alto nivel de mezclado.

La cantidad de materiales desechados según tipo varía en el tiempo de acuerdo a los cambios de hábito y de consumo de los habitantes, por lo tanto, para el diseño del Centro de Clasificación de Residuos Domiciliarios "CRD", es fundamental considerar solo aquellos materiales cuya cantidad pueda ser asegurada en el tiempo.

A partir del análisis de la caracterización de los residuos es posible asegurar la tendencia de desechos, que permitirá proyectar qué materiales podrán ser clasificados y reciclados en el futuro.

La evolución de la cantidad de materiales desechados (ton) en la Región Metropolitana, según tipo, se muestra a continuación en el gráfico 3.

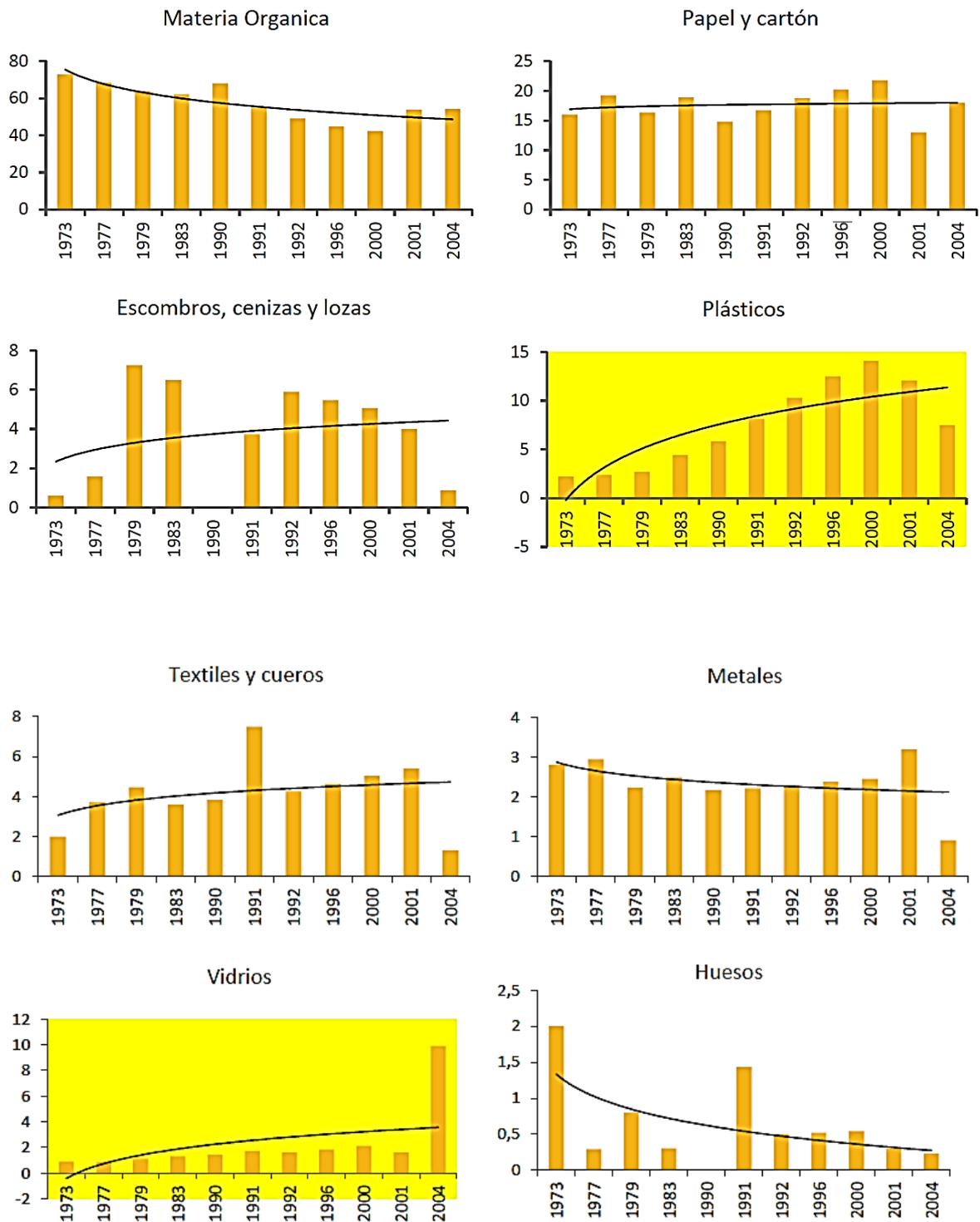


Gráfico 3: Evolución en el tiempo de la cantidad de residuos desechados según tipo de material  
Fuente: [www.conama.cl](http://www.conama.cl)

En la actualidad existen materiales cuya presencia presenta una fuerte reducción o aumento en los últimos años.

De acuerdo al tipo de material desechado, podemos ver que: materia orgánica, metales y huesos presentan una fuerte reducción, en cambio plásticos, vidrios y otros tienen una clara

tendencia de aumento en el tiempo. A su vez la generación de papel, cartón, textiles y cueros se mantiene constante.

Se ha ido reciclando cada vez más con ello se crea la conciencia de la importancia del reciclaje puesto que la comunidad posee un rol protagónico se hace partícipe de su propio cambio con la separación de la materia prima desde sus propios hogares. A continuación se grafica la cantidad de material reciclado hoy en día.

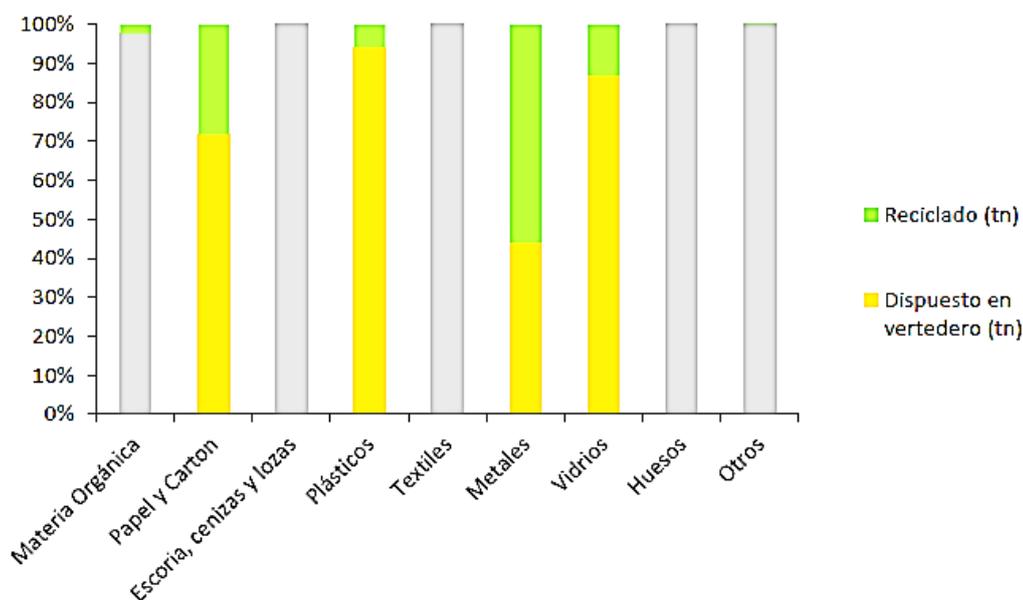


Gráfico 4: Porcentaje de RSD en la RM según tipo de material  
Fuente: [www.conama.cl](http://www.conama.cl)

La mayor parte de los residuos son dispuestos en vertederos, siendo los metales los que presentan un mayor porcentaje de reciclaje, con más de un 50%; el papel y cartón con un 30% y los vidrios con un 15%. Materiales como metales, papel, cartón y vidrios, presentan el mayor potencial de ser reciclados en la Región Metropolitana.

### 2.3. Mercado del Reciclaje

Hay diversos materiales que no se reciclan por no existir una oferta suficiente para que las empresas recicladoras consideren rentable invertir en tecnología o procesos.

No obstante, el mercado del reciclaje ha tenido un crecimiento importante en los últimos años, principalmente en la Región Metropolitana, y ha ido incorporando nuevos materiales. Este mercado está compuesto principalmente por empresas recuperadoras y recicladoras.

## **Principales Empresas Recicladoras:**

### **Papeles y Cartones:**

- SOREPA, es filial de la Compañía Manufacturera de Papeles y Cartones (CMPC).
- COIPSA S.A
- CORRUPAC.
- CARRASCAL S.S.
- VALORES INDUSTRIALES

Estas empresas obtienen el papel recuperado a través de convenios directos con empresas que les entregan el material y a través de la compra a intermediarios o recicladores de base.

### **Vidrios**

- CRISTORO
- CODEFF
- CRISTAL CHILE

Ambas se asociaron con diferentes organizaciones (COANIQUEM y CODEFF) para instalar campanas en la vía pública e incentivar la recuperación de vidrio desde la comunidad.

### **Metales**

- GERDAU AZA
- COPASUR
- DEGRAF Ltda.
- SERVITAM
- PACIFIC CHEMICAL
- LATASA CHILE S.A.
- SOCMETAL

### **Chatarra**

- PROACER
- GERDAU AZA S.A.

Para metales tanto ferrosos como no ferrosos existen diversos intermediarios recuperadores, los que pueden venderle a las recicladoras o bien exportar.

### **Plásticos**

- RECIPET
- PLASTICOS DIXIE Ltda.
- AGRICOLA NACIONAL S.A.C.
- ANDRES FUENZALIDA RISECO
- FORMAS HORBITAL
- PLASTICOS ALCAYAGA Y ROVIRA Ltda.

### **Residuos electrónicos**

- RECYCLA CHILE S.A.
- RECYCLA CHILE
- COMEC
- IQ ELECTRONICS
- DEGRAF S.A.

### **Madera**

- MASISA

### **Tetrapak**

- Este material es recuperado por la misma empresa Tetrapak, que lo entrega a empresas que lo ocupan en procesos productivos. Algunas recuperadoras o recicladoras de papel también lo compran, a muy bajo precio.

Las actividades asociadas al proceso de reciclaje son realizadas en su mayoría por empresas privadas. Existe un mercado más amplio en cuanto a algunos materiales debido a la demanda que estos presentan y aumentan mayor precio en su venta. En la siguiente tabla se presentan valores por kilo.

Donde existe una mayor demanda en cuanto al mercado y precio de los materiales es en los metales y plásticos, sin embargo estos presentan menos proporción en los residuos sólidos domiciliarios

	\$Venta/Kg mat
<b>PAPEL</b>	
Diarios	\$ 41
Revistas	\$ 41
Papel blanco	\$ 160
Papel kraft	\$ 40
<b>CARTON</b>	
Cartón corrugado	\$ 45
Pulpa moldeada(ej.: cajas de huevos)	\$ 35
Cartón liso/cartulina	\$ 40
<b>PLASTICOS</b>	
PET(1)/botellas	\$ 210
PEHD/bolsas de supermercado	\$ 120
PVC(3)recipientes domésticos	\$ 160
Tapas De Bebida	\$ 100
PELD bolsas delgadas	\$ 15
<b>VIDRIO</b>	
Vidrio transparente o blanco	\$ 34
Vidrio de color	\$ 28
<b>METALES</b>	
Aluminio	\$ 550
Latas de aluminio	\$ 560
Resorte de colchón	\$ 40
Cobre	\$ 2200
Acero Inoxidable	\$ 400

Tabla 1 Valor por Kg. De material  
Fuente: Elaboración Propia

## 2.4. Recolección de residuos

El programa del centro contempla la recolección de residuos en donde se implementará la recolección en los llamados PUNTOS VERDES. Esta recolección se realizará a través de 88 puntos en donde se dispondrán contenedores.

El proceso comprende las siguientes actividades

Esta clasificación se realiza a partir de las características de composición. Cada uno de los materiales conlleva un proceso lineal, aun así cada material posee sus diferencias a la hora de procesarlo y esto dependerá de sus características y requerimientos de las empresas de reciclaje.

A nivel comunal se realiza el siguiente proceso



Figura 4: Proceso a nivel comunal  
Fuente: Elaboración Propia

Luego se efectúa el proceso en los Centros de Clasificación de Residuos que comienza al llegar la materia prima a la planta realizando las siguientes actividades.

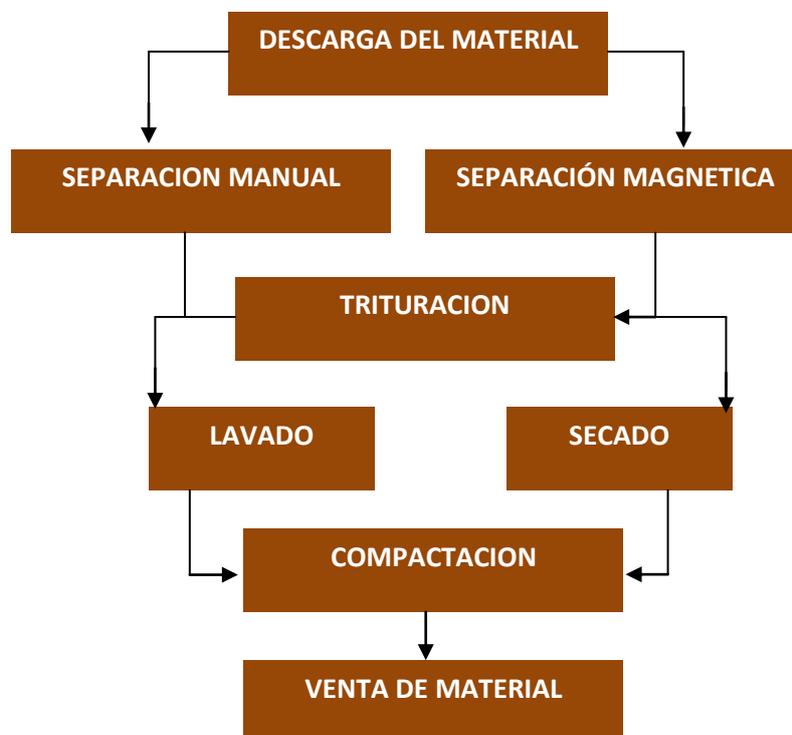


Figura 5: Proceso de clasificación general de residuos  
Fuente: Elaboración Propia

Si bien, existe un lineamiento general en el proceso, cada uno de los materiales va a presentar diferencias para su clasificación de acuerdo a sus características y requerimientos de las empresas de reciclaje.

## 2.5 Análisis de referentes

Las administraciones competentes, en el desarrollo de las políticas y de la legislación en materia de prevención y gestión de residuos, aplicarán métodos para conseguir el mejor resultado en cuanto a los residuos por el siguiente orden de prioridad:

- ✚ Prevención y minimización
- ✚ Preparación para la reutilización
- ✚ Reciclaje
- ✚ Otro tipo de clasificación, incluida la recuperación energética, y eliminación o disposición

En los últimos tiempos, la implantación de políticas avanzadas de gestión de residuos ha incidido especialmente en la segregación de flujos en origen mediante el desarrollo de una serie de recogidas selectivas asociadas a distintas tipologías de residuos.

### ¿Cuáles son los Países más Eficientes en Reciclaje?

De acuerdo a los últimos datos recopilados por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) en sus informes medioambientales más recientes, Alemania es el país líder de la organización en materia de reciclaje. Con una tasa de minimización de residuos de hasta un 65%, Alemania ha demostrado que con un sistema de reciclaje eficiente es posible eliminar buena parte de los residuos urbanos. En segundo lugar queda Corea del Sur, con casi un 60% de residuos urbanos reciclados eficazmente, aunque le siguen de cerca Eslovenia y Austria, que empatan con un 58% de residuos reciclados. Las economías europeas lideran el listado, y también España consigue una tasa de reciclaje de residuos urbanos nada desdeñable, de hasta un 30%. El territorio nacional se coloca alejado de los primeros países en esta materia, pero también muy lejos de los peores: México, con un 5% de residuos reciclados, además de Chile y Turquía, con un 1% en ambos casos.

Tasa de residuos urbanos reciclados a nivel mundial

Alemania: 65%, Corea del Sur: 59%, Eslovenia: 58%, Austria: 58%, Bélgica: 55%, Suiza: 51%,

Suecia: 50%, Holanda: 50%, Luxemburgo: 48%, Islandia: 45%, España: 30%.<sup>6</sup>

---

<sup>6</sup> Fuente: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE)

A continuación se analizarán algunos centros de clasificación como también Plantas de Tratamiento de Residuos Voluminosos.

**🌱 Centro Verde Barracas, Buenos Aires:**

Proyecto que no sólo ayuda al medio ambiente a través de una de sus principales problemáticas (la basura) sino también con una importante inclusión social de los recolectores urbanos (los cartoneros).

Su principal función es brindar un espacio a donde se pueda llevar la basura generada por los ciudadanos a fin de separar y clasificar aquellos residuos reciclables que pueden venderse a privados para su posterior reutilización y/o reciclaje.

Durante su inauguración en junio de 2012, se estimó que el centro recibiría 500 toneladas de basura por mes.

Este Centro Verde se encuentra ubicado en Barracas, tiene una superficie cubierta de 2460 metros cuadrados y está dividido en 4 galpones de estructura metálica.<sup>7</sup>



---

<sup>7</sup>[www.buenosaires.gob.ar](http://www.buenosaires.gob.ar)

### **Centro de Tratamiento de Residuos Municipales (CTRM): Barcelona, España**

Las actividades de tratamiento y selección de envases ligeros, selección de voluminosos, madera y la trituración de madera y poda se llevan a cabo en el Centro de Tratamiento de Residuos Municipales



Figura 6: Centro de Tratamiento, Barcelona  
Fuente: [www.teresa.cat](http://www.teresa.cat)

El aprovechamiento de residuos puede representar un ahorro considerable de recursos energéticos, desde la recuperación de plásticos y madera que evitan un consumo significativo otras fuentes energéticas, hasta la recuperación de papel, cartón y chatarra.

En las plantas del Centro de Tratamiento de Residuos Municipales (CTRM) se han recuperado 11.621 toneladas de diferentes materiales y 1.438 toneladas de chatarra. Por otro lado, se han recuperado 10.697 toneladas de astilla fina y 28.630 toneladas de astilla normal.

Una planta de selección de envases ligeros es una instalación especializada en la selección, de forma manual y / o mecánica, de los diferentes tipos de envases ligeros, procedentes de la recogida selectiva en función de su composición



Figura 7: Interior Centro de Tratamiento, Barcelona  
Fuente: www.teresa.cat

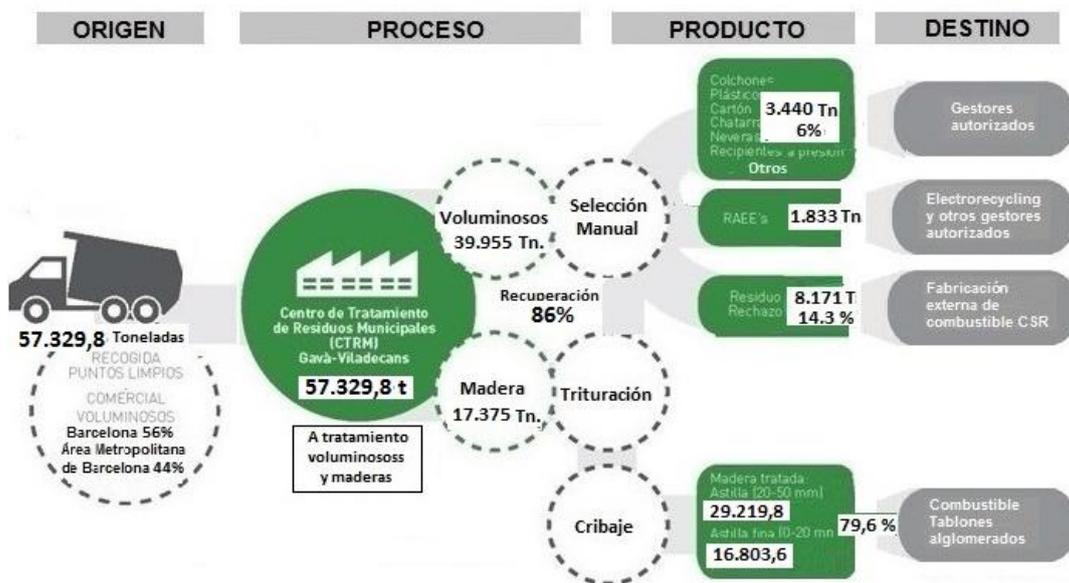


Figura 8: Flujos y Datos del Centro de Tratamiento  
Fuente: www.teresa.cat

Los residuos llegan a la instalación y son separados según su volumen y composición. Se seleccionan en un proceso automático los diferentes tipos de envases:

- ✚ Plásticos (PET, PEAD natural / color, film, mix)
- ✚ Envases de hierro y aluminio
- ✚ Finalmente cada una de estas fracciones es transportada a los diferentes recuperadores para ser reciclados.
- ✚ La producción anual es de 24.000 Ton / año en una nave de 16.000 m<sup>2</sup> aproximadamente.

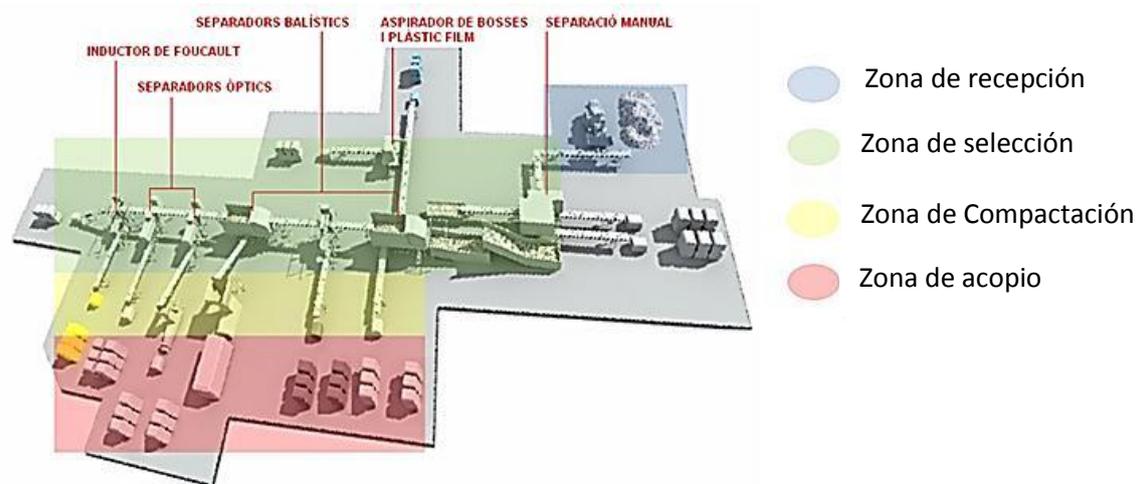


Figura 9: Esquema de planta de selección  
Fuente: www.teresa.cat

En la Planta Integral de clasificación de Residuos conviven dos instalaciones con dos procesos de tratamiento diferenciados y complementarios.

Tratamiento Mecánico – Biológico (PTMB): instalación donde se clasifica material y energéticamente los materiales procedentes de los contenedores.

Valorización Energética (PVE), valoriza energéticamente el rechazo de la planta del tratamiento mecánico y otras plantas metropolitanas, procedentes de la recogida municipal.

Esta Planta tiene una capacidad de tratamiento t/año: 192.000 de Tratamiento mecánico y biológico y 350.000 t de recuperación energética. La superficie es de: 2,3 (ha)

✓ **Planta de reciclaje Valdemingómez, Madrid**<sup>8</sup>

Una gran cubierta aloja un programa complejo que incluye desde las líneas de tratamiento de los residuos urbanos hasta las oficinas de los ejecutivos que controlan los aspectos económicos asociados.

La puesta en marcha de un sistema -estructuras atornilladas, diferentes tipos de policarbonato translúcido, materiales reciclables, eliminación de pintura- permite tomar decisiones sobre la marcha eliminando el detalle constructivo y el caso particular.

Valdemingómez, donde el visitante puede conocer el proceso del tratamiento de las más de cuatro mil toneladas de residuos que genera la ciudad de Madrid, aprovechando y recuperando materiales y energía y efectuando un depósito controlado y seguro en vertedero de los no recuperables.

<sup>8</sup> www.gestorderesiduosmadrid.es

Las actuaciones incluidas en el Programa de Educación Ambiental del Parque, en marcha desde septiembre de 2007, contemplan visitas adaptadas a la capacidad de comprensión, aprendizaje e interés de los diferentes grupos de población que pueden participar en ellas.



Figura 10: Interior de Planta Valdemingómez



Figura 11: exterior de Planta Valdemingómez

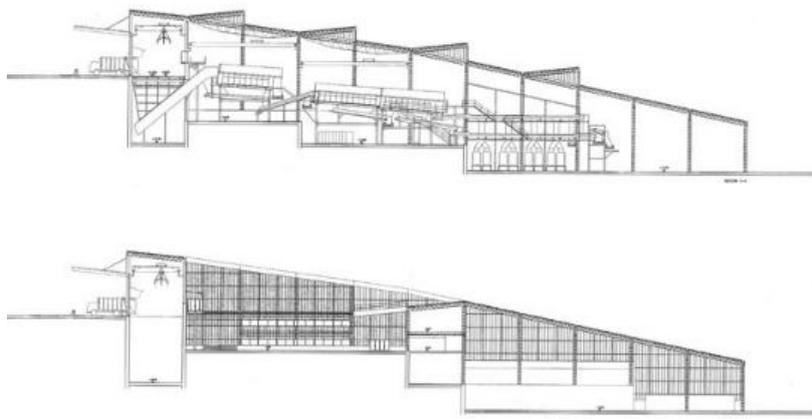


Figura 12: Cortes de Planta Valdemingómez

✓ **El Punto Verde de Mercabarna, Barcelona. España:**

Esta planta de gestión de residuos de 6.675 metros cuadrados, con un concepto único a nivel mundial, no sólo apunta a la calidad total sino también al compromiso con la protección del medio ambiente.

La construcción posee dos áreas bien definidas: donde pueden depositar de manera separada los residuos orgánicos e inorgánicos y, gracias a unas cintas de transporte, éstos son llevados hasta una cabina de selección donde son separados por categorías. Con respecto a la estructura arquitectónica, esta tiene desde arriba la forma de una L que parece simular el camino que los materiales transitan. Compuesto en el exterior por planchas metálicas y en el interior por planchas de pladur y policarbonato, la construcción ha sido ideada de modo que facilite a los usuarios el reconocimiento de la zona a la que deben acercarse. Así, la estructura central, con voladizos de 6 y 4 metros, abriga espacios bien distribuidos y aireados donde los colores (verde, plata y blanco) dan una colosal bienvenida al visitante<sup>9</sup>.



Figura 13: Exterior Punto Verde de Mercabarna

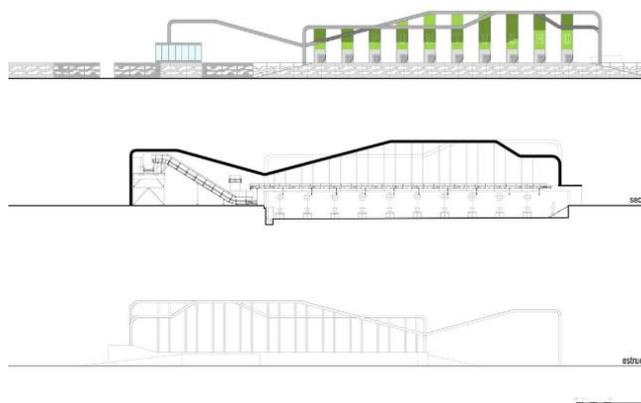


Figura 14: Cortes y Elevaciones Punto Verde de Mercabarna

<sup>9</sup>[www.mercabarna.es](http://www.mercabarna.es)

A nivel nacional, han sido los municipios los que han impulsado diversas iniciativas tanto de concientización medioambiental de las personas, como para el desarrollo del reciclaje de residuos.

Algunos de estos municipios, han querido ir más lejos y han dispuestos de zonas y contenedores específicos, para que la comunidad separe y deposite sus residuos, como también han desarrollado programas de recolección de residuos diferenciado a nivel domiciliario.

Todos los residuos recolectados a través de las iniciativas de la municipalidad son tratados en plantas de separación y acopio de residuos, conduciéndolos hacia las plantas de reciclaje industrial privados y obteniendo con esto ingresos para el municipio.

A continuación destacamos las iniciativas de algunas municipalidades de la Región Metropolitana de Santiago.

✓ **Comuna de La Pintana:**<sup>10</sup>

Educación Ambiental, esta comuna cuenta con una Dirección de Gestión Ambiental (DIGA). Desde allí, La Pintana ha apostado por el Desarrollo Sustentable, entregar una propuesta teórica y metodológica de trabajo educativo a su población, comunitaria y política en la perspectiva del diseño y elaboración de agendas de acción ambiental, las cuales han permitido cerrar las brechas socio-ambientales de la comuna, barrios y hogares, que conforman la realidad para más de 202 mil habitantes.

El municipio imparte talleres gratuitos de reciclaje (como tal), valorización de residuos, lombricultura, compostaje domiciliario. Además, se ha creado un Proyecto de Manejo de Residuos Escolares. El programa establece el manejo integral de la basura sólida en establecimientos educacionales de la comuna.

De esta forma, en La Pintana buscan concientizar a los estudiantes, formando comités ambientales en estos recintos. A estos esfuerzos, se suma la creación de huertos orgánicos urbanos (agricultura urbana orgánica), los huertos para hierbas medicinales y la producción de champiñones.

La planta se encuentra ubicada en la Avenida Santa Rosa 13.345 y produce una cantidad de 150 m<sup>3</sup> mensuales de compost.

---

<sup>10</sup>[www.plataformaurbana.cl](http://www.plataformaurbana.cl)

Los objetivos de la planta buscan sensibilizar a la población y reducir la disposición final de residuos en vertederos, utilizando los productos para el vivero municipal y el mantenimiento y construcción de áreas verdes del municipio.<sup>11</sup>



Figura 15: Lombicultura, La Pintana

✓ **Municipalidad de Vitacura:**<sup>12</sup>

Gestión Ambiental Local. En el año 2005 la municipalidad de Vitacura construye el punto limpio de la comuna, a partir de un programa de concientización ambiental de la población, a través de un lugar de acopio, donde ellos puedan depositar materiales reciclables separados en distintos contenedores.

El proyecto está construido en la Av. Américo Vespucio Norte 3096, con una superficie de 410 m<sup>2</sup> logra reunir una cantidad de 67 toneladas mensuales.

La misión será promover la sustentabilidad ambiental comunal a través de la eficiencia energética, hídrica y gestión de residuos, utilizados como principal herramienta la educación ambiental y la sensibilización de la comunidad y funcionarios municipales de Vitacura.

Los Objetivos Serán:

- Disminuir gradualmente el consumo de recursos energéticos e hídricos en las dependencias del Centro Cívico y del sistema de alumbrado público, con el fin de reducir la huella de carbono e hídrica, al mismo tiempo, contar con una eficiente gestión de residuos sólidos en las instalaciones del municipio y el territorio comunal.
- Lograr una mayor conciencia ambiental en la comunidad y funcionarios municipales, a través de actividades de difusión y participación ciudadana, mejorando así la gestión ambiental local y contribuyendo a un desarrollo comunal más sustentable.

---

<sup>11</sup> [www.plataformaurbana.cl](http://www.plataformaurbana.cl)

<sup>12</sup> [www.vitacura.cl](http://www.vitacura.cl)

- Este punto solo funciona como un lugar de acopio de los materiales reciclados y no se realiza ningún proceso para su valorización.
- Este punto está incorporado al programa de Educación Ambiental de la municipalidad realizando charlas y visitas para funcionarios, profesionales y estudiantes.



Figura 16: Área Clasificación

✓ **Municipalidad de Ñuñoa**

En esta comuna se desarrolla el programa “Ñuñoa Recicla”<sup>13</sup> a través de la separación de residuos reciclables en las viviendas, los cuales se depositan en bolsas separadas para: plásticos, vidrios, papeles y cartones, envases y utensilios de aluminio y similares de hojalata.

Los materiales retirados son llevados a la planta de clasificadora ubicada en la comuna donde por medio de un proceso semi-automatizado, se realiza la Recepción, Clasificación y Acopio de los materiales reciclables inorgánicos procedentes del Sistema de Recolección Selectiva.

El Programa “Ñuñoa Recicla” recupera un 10% de los Residuos Sólidos Domiciliarios generados cada mes en la comuna (Unas 520 toneladas mensuales residuos)

<sup>13</sup> [www.nuñoa.cl](http://www.nuñoa.cl)



Figura 17: Centro de Clasificación

Tanto a nivel nacional como internacional cada vez es más latente buscar soluciones a la cantidad de residuos generados es por ello que se implementan los centros de Clasificación de residuos como también las plantas de reciclaje en donde no solo clasifican la materia prima sino también logran reutilizar el material otorgándole nuevamente una utilidad, desarrollando siempre procesos lineales y por separado en cada uno de los tipos de materiales a reciclar.

## **CAPITULO 3: PROYECTO**

### 3.1. Respuesta al Problema Planteado

“Estrategia Para La Implementación Plan de Acción Santiago Recicla” 2015

Entendiendo que las autoridades regionales, acorde con lo establecido en la “Estrategia de Desarrollo Regional 2013 – 2020”, han manifestado su interés y disposición de apoyar el desarrollo de iniciativas orientadas a la clasificación de residuos propuesta en el marco del desarrollo del Estudio de Factibilidad “Técnico Ambiental, Económico y Social del Plan de Acción Santiago Recicla”, aún no ha comenzado a ejecutarse, es necesario actualizar la estrategia de implementación del Plan, a objeto de orientar los esfuerzos hacia el desarrollo de acciones aplicables al corto y mediano plazo, tendientes a ejecutar al más breve plazo iniciativas y proyectos que logren reposicionar el Plan de Acción en las agendas comunales.<sup>14</sup>

Dentro del plan se presentan 3 objetivos principales que permitirán impulsar e implementar el reciclaje en Santiago, siendo: cadena de reciclaje, educación y difusión e institucionalidad y normativa para el desarrollo del reciclaje.

Cadena de Reciclaje: Promoción del desarrollo del reciclaje en cada uno de sus etapas, buscando fomentar la separación en origen, fomentar la inclusión de recicladores de base en la recolección y separación y las alianzas con empresas privadas.

Educación y Difusión: Su función será fortalecer la enseñanza técnico-profesional con la especialidad de gestión en Residuos sólidos domiciliarios y reciclaje, a nivel técnico profesional, escolar y de la sociedad civil. A su vez, desarrollará programas de difusión de iniciativas y concientización general.

Institucionalidad y Normativa: Fortalecerá las instituciones encargadas del reciclaje y de la gestión ambiental de los residuos, y a su vez identificará la normativa requerida para su ejercicio.

De forma transversal a las estrategias señaladas, se plantean iniciativas como:

- Centros de Clasificación de Residuos Orgánicos Vegetales
- Centros de Gestión de Residuos Voluminosos
- 11 Centros de Valorización de Residuos Sólidos en la RM

Cada uno de los centros propuestos, satisfecerá las necesidades específicas de una zona determinada, cuya ubicación por normativa se contempla en una zona industrial y su tamaño estará determinado por la cantidad de habitantes a servir y las toneladas de residuos

---

<sup>14</sup> Fuente: Plan de Acción de Reciclaje de Santiago, CONAMA 2009

proyectados a recolectar, es así como sus características se presentan en la siguiente Ilustración

Municipio	Sitio	Área de servicio	Hab. Servidos	Cantidad de RSR (ton/año)
Cerrillos	Zona industrial	Santiago, Cerrillos, PAC, San Miguel	401.930	43.494
Estación Central	Ex-vertedero "Lo Errázuriz"	Estación Central, Lo Prado	207.203	21.161
Pudahuel	Zona Industrial	Cerro Navia, Pudahuel, Curacaví, María Pinto	439.948	43.600
Conchalí	Sitio Municipal, Zona Industrial	Conchalí, Huechuraba, Independencia, Quilicura, Recoleta, Renca, Colina, Lampa, Til Til	901.656	104.534
Maipú	Parque Industrial (Sector Chañarcillo)	El Bosque, La Cisterna, Lo Espejo, Maipú, Caldera de Tango, San Pedro, Talagante, El Monte, Isla de Maipo, Padre Hurtado, Peñaflo	1.443.000	154.000
La Florida	Proyecto "Ecoparque"	La Florida, Peñalolén	646.358	70.212
La Pintana	Parque Industrial	La Granja, La Pintana, San Ramón, Puente Alto, Pirque, San José de Maipo, San Bernardo, Buin, Paine	1.608.383	164.096
La Reina	Zona Industrial	La Reina, Las Condes, Lo Barnechea, Providencia y Vitacura	695.897	91.104
Macul	Parque Industrial	Macul, Ñuñoa, San Joaquín	326.062	37.507
Quinta Normal	Sector Nueva Andrés Bello	Quinta Normal	88.801	9.318
Melipilla	Calle Arica con Atacama	Melipilla	113.000	11.500
<b>Total</b>			<b>6.872.667</b>	<b>751.058</b>

Figura 18: Futuros centros de clasificación en la RM

Fuente: Plan de Acción de Reciclaje de Santiago, CONAMA 2009

Con la creación de estos centros se plantea un importante desafío arquitectónico que permita abordar la problemática en todas sus ramas como se menciona anteriormente "según PESA"

Es un proceso donde los 11 centros de clasificación propuestos por el Plan de Acción Santiago Recicla, se presentan como una forma alternativa a la disposición final, generando una respuesta positiva y una acción consiente, en lo que respecta los residuos en vertederos logrando esto a través de un tratamiento sustentable de los residuos, siendo reutilizados, extendiendo su vida útil, donde sus materia primas puedan ser reaprovechadas.

En los 11 centros planteados se propone un Centro en la Comuna de Pudahuel que satisficera a 4 comunas del sector poniente de Santiago, en este aspecto se hace necesario replantear los objetivos iniciales del Plan de Acción Santiago Recicla, esto debido a lo planteado en el *Proyecto de Centro de Clasificación de Residuos Domiciliarios de Pequeño y Gran Volumen*, puesto que inicialmente se propone crear un centro que satisfaga las necesidades de la Comuna de Pudahuel con el propósito de obtener un mayor control, y no desechando la idea debido a que es posible otorgar a este centro de clasificación una mayor demanda lo que permita incluir a las comunas restantes a largo plazo.

### 3.2. Localización

Debido a las características que presenta el proyecto necesariamente debe ubicarse en un área industrial, en zonas que permitan presencia tanto de ruidos como también de olores molestos, por otra parte y de gran importancia es la accesibilidad con que debe contar.

Este proyecto se enmarca en el principal proyecto de reciclaje de Santiago y que posee un área para la creación del centro de clasificación que es la Zona Industrial de Pudahuel.

### Criterios de Localización

La ubicación del Centro de Clasificación de Residuos se establece a partir de:

- ✓ Normativa vigente del Plan Regulador Metropolitano (PRMS), Plan Regulados Comunal, Ordenanza Municipal.
- ✓ Compatibilidad con el entorno
- ✓ Ocupación del sitio, evitando pre-existencia de usos de edificación o actividad productiva, preseleccionando terrenos eriazos
- ✓ Superficie mínima, que excluye terrenos con superficie menor a 1000m<sup>2</sup>
- ✓ Distancia de transporte privilegiando sectores cercanos a centros urbanos de generación de residuos y excluido de aquellos alejados en zonas rurales.
- ✓ Aspectos logísticos, técnicos y económicos, considerando terrenos de propiedad fiscal.

### Identificación del terreno

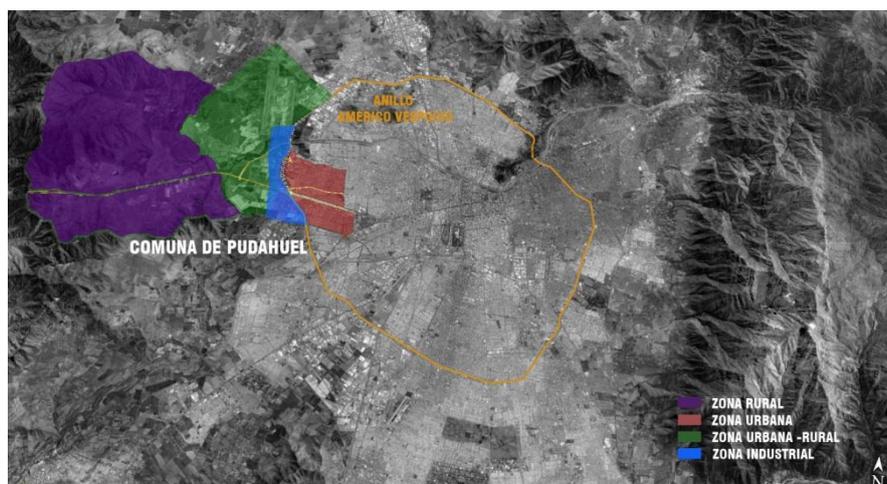


Figura 19: Comuna de Pudahuel  
Fuente: Elaboración propia en base a imagen de Google Earth

Según normativas el Centro de Clasificación deberá estar ubicado en la Zona Industrial de la comuna por lo cual se realiza un estudio del área específica y se determina con el Señor Hernán Boettiger. |Jefe Departamento de Catastro. | Municipalidad de Pudahuel.  
Como se ilustra a continuación dentro de la Zona Industrial este sitio eriazo será el lugar propicio para el emplazamiento del centro.

### Dimensiones y Superficie del terreno

El predio seleccionado presenta una superficie aproximada de 27.589 m<sup>2</sup>, con un frente de 228m y una profundidad aproximada de 347 m, en la en la siguiente ilustracion se presenta la forma y dimensiones.

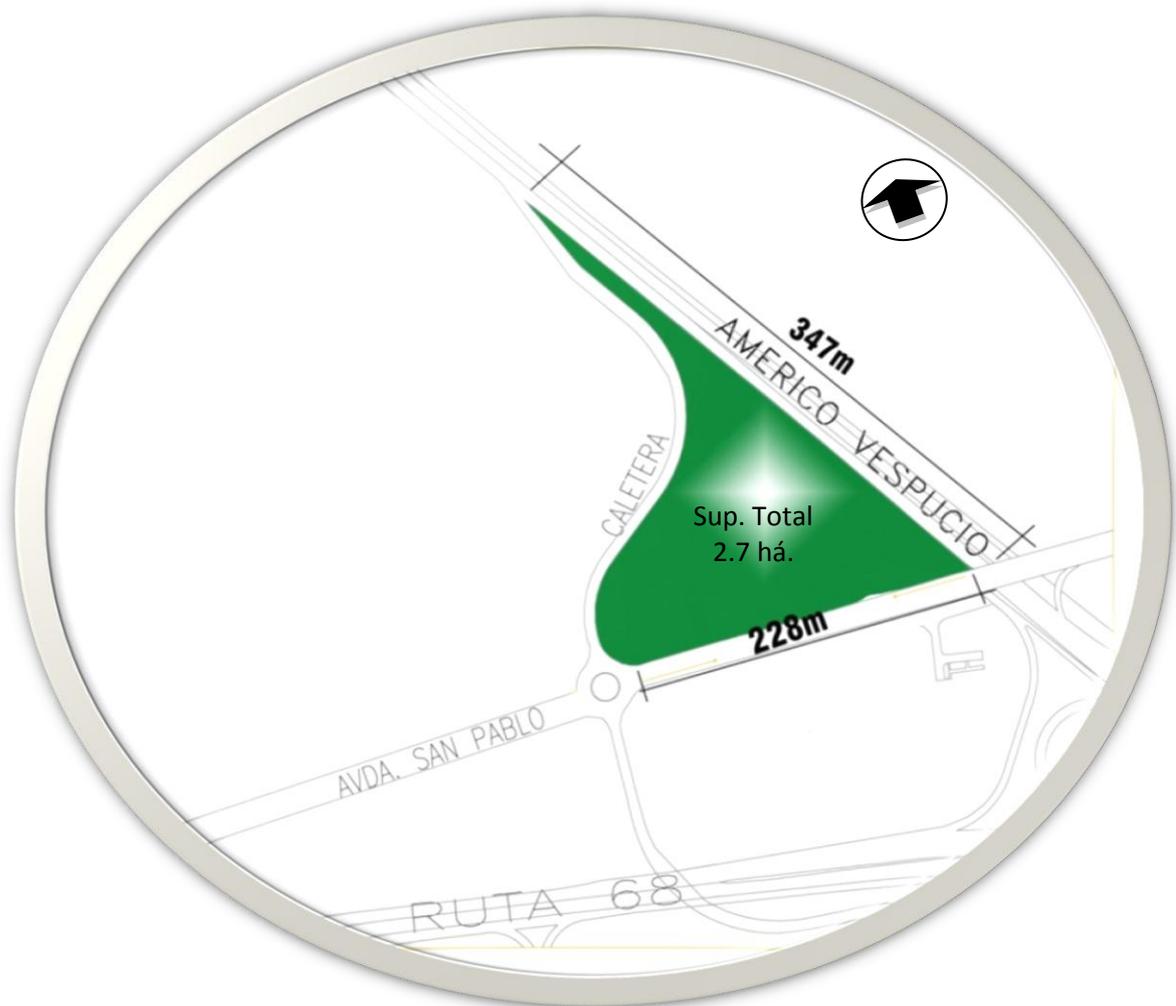


Figura 20: Ubicación del área de estudio  
Fuente: Elaboración Propia

### Características del entorno

Como se muestra a continuación en el lado oriente del predio se ubica la Autopista Américo Vespucio, al poniente la caletera de la misma, la cual conecta al sur con la Avenida San Pablo.



Figura 21: Vista desde predio a Autopista AméricoVespucio  
Fuente: Elaboración Propia



Figura 22: Vista desde Avenida San Pablo al Oriente  
Fuente: Elaboración Propia



Figura 23: Vista Oriente desde caleta Américo Vespucio  
Fuente: Elaboración Propia



Figura 24: Vista norte desde Avenida San Pablo  
Fuente: Elaboración Propia

El proyecto se ubica en la Comuna de Pudahuel Región Metropolitana, en la Zona poniente de Santiago, su dirección actual es Avenida San Pablo N° 9900, Santa Corina. Zona Industrial

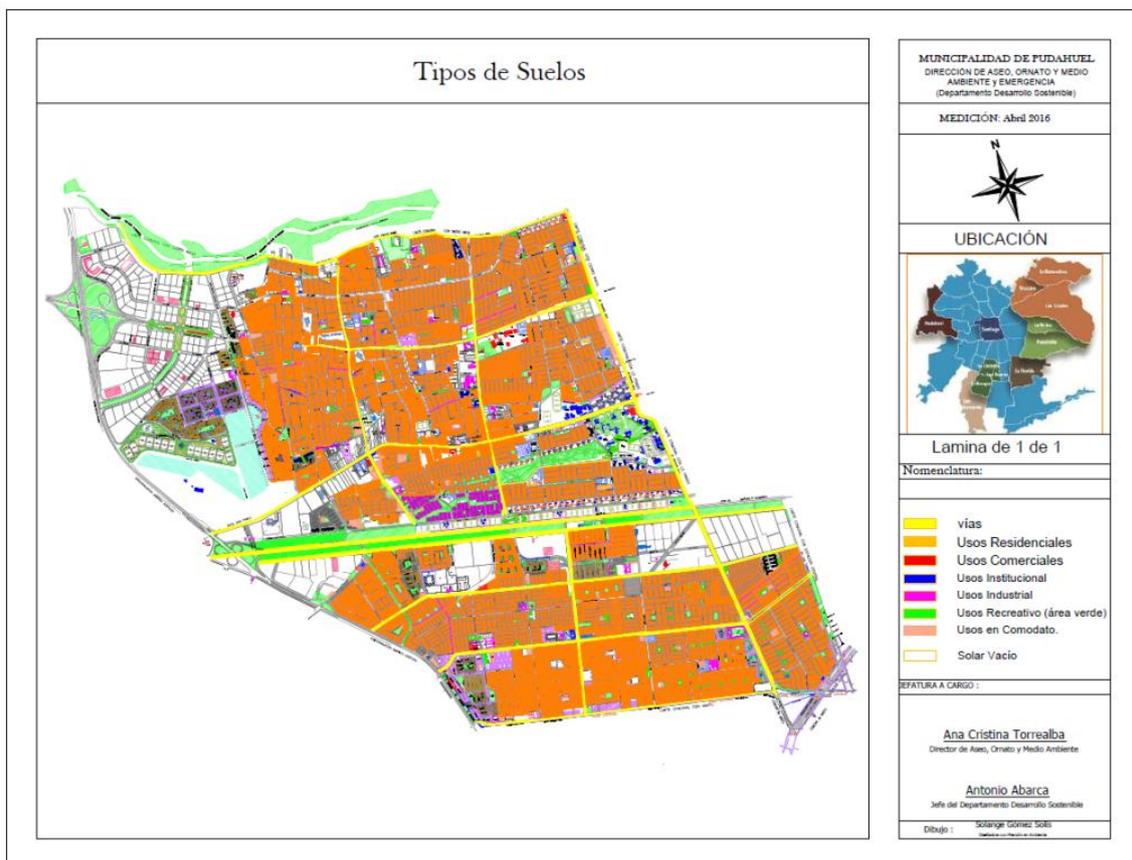


Figura 25: Usos de Suelo  
Fuente: Plan Regulador Comunal de Pudahuel



Figura 26: Vista Satelital de área de estudio  
Fuente: Elaboración propia en base a imagen de Google Earth

Los usos permitidos en esta zona (Zona ZI1) son: industrial, almacenamiento y actividades de servicio de impacto similar al industrial calificados como molestos y/o inofensivos, talleres calificados como molestos y/o inofensivos, antenas, parábolas y torres de telecomunicaciones, actividades complementarias a la vialidad y transporte calificadas como molestias e inofensivas, vivienda para cuidador, áreas verdes y equipamiento.

#### **PRINCIPALES VENTAJAS**

- ✓ Excelente conectividad
- ✓ Pleno sector industrial de Pudahuel
- ✓ Conexión con Vespucio Norte y Ruta 68
- ✓ Uso Industrial Molesto
- ✓ Coeficiente de Ocupación de suelo un 70 %
- ✓ Coeficiente de Contractibilidad de un 2,0

## Usos de suelo permitidos en zonas industriales Z11

	USO DE SUELO		CLASES	(SI/NO)	
3	Actividades Productivas	3.1	inofencivas	Si	...
		3.2	molestas	Si	...
		3.3	peligrosas	si	...

Tabla 2: Uso de suelo permitido en zona industrial de la Comuna de Pudahuel  
Fuente: www.mpudahuel.cl

Las condiciones de edificación y subdivisión que debe cumplir el proyecto son las establecidas en la siguiente Tabla 3:

Zona o Subzona en que se emplaza el Terreno	Plan Regulador Metropolitano de Santiago
Uso de Suelo permitidos	Industria de carácter Inofensivo y Molesto
Superficie Predial Mínima	1.500 m <sup>2</sup>
Densidad Máxima	-
Altura máxima de edificación	Art. 2.6.3. OGUC.
Sistema de agrupamiento	Aislado
Coefficiente de constructibilidad	2,0
Coefficiente de ocupación de suelo	70 %
Ocupación de pisos superiores	Art. 2.6.3. OGUC
Rasante	70 %
Nivel de Aplicación Rasante	Suelo natural
Adosamiento	-
Distanciamientos	5 mts.
Cierros Altura y porcentaje de transparencia	2,0 mts de altura y 60 % de transparencia.
Ochavos	Art. 2.5.3. OGUC.
Estacionamientos requeridos según usos permitidos	Art. 7.1.2.9 RES 20/94 PRMS

Tabla 3: condiciones de edificación y subdivisión Comuna de Pudahuel  
Fuente: www.mpudahuel.cl

## Vialidad

Con respecto a la infraestructura vial que da forma a la comuna se presentan dos zonas reconocibles. Una corresponde a las grandes vías de conexión y la otra está compuesta por la vialidad urbana.

La infraestructura vial más relevante de la comuna corresponde a:

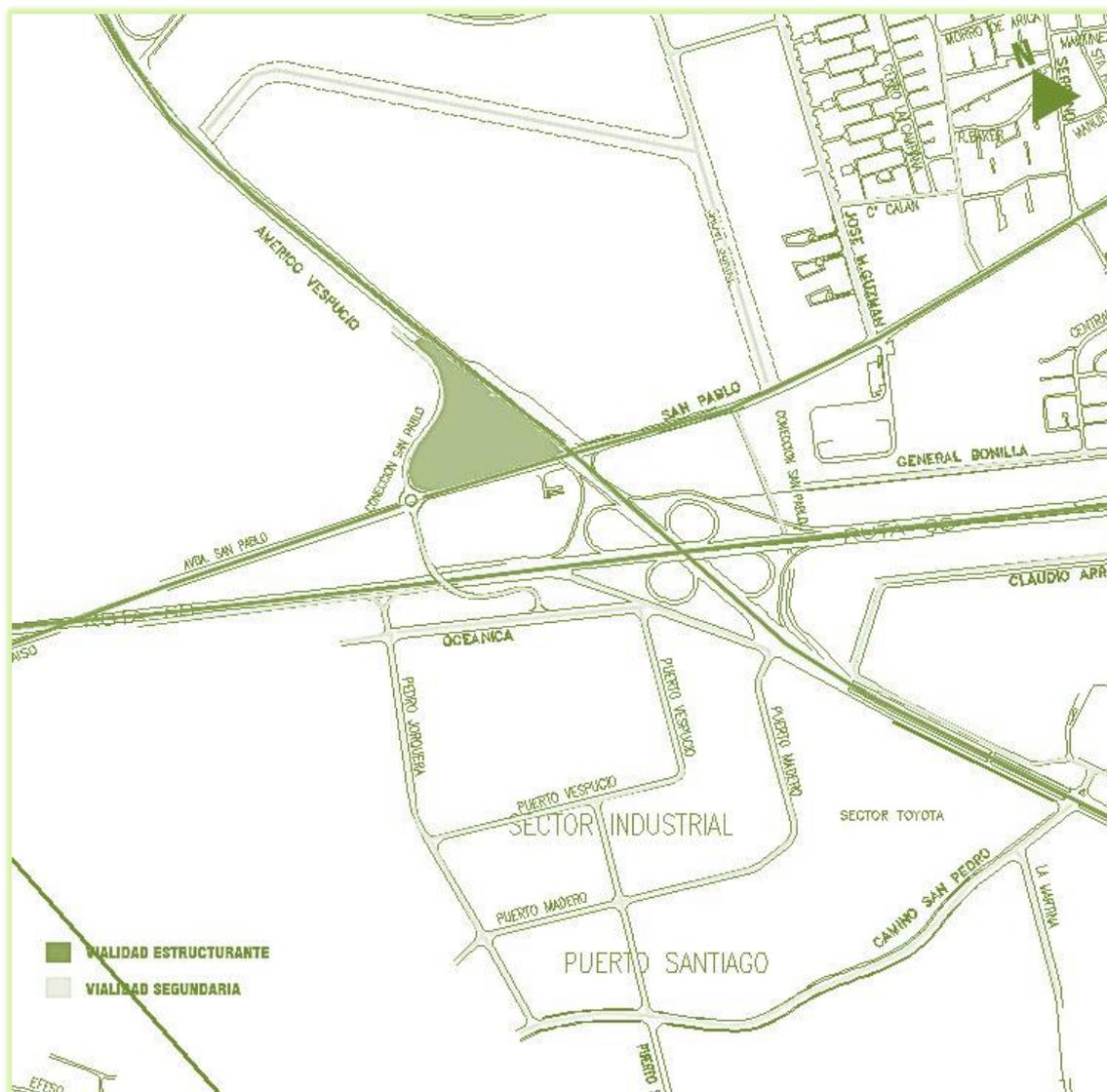


Figura 27: infraestructura vial del área de estudio. Comuna de Pudahuel  
 Fuente: Elaboración propia en base a Plan Regulador de Pudahuel

Ruta 68: Principal eje de conexión Oriente - Poniente de la zona central del país.

– Eje de Circunvalación Metropolitano Avda. Américo Vespucio: Tiene un trazado por la comuna de Pudahuel de 6,7 kilómetros.

La mayor parte de la infraestructura vial se concentra en la zona urbana, localizada en el sector oriente de la comuna.

La propuesta programática del Centro de Clasificación de Residuos Domiciliarios debe responder a cada uno de los requerimientos del proceso, debiendo abordar las circulaciones y

relaciones funcionales del programa y responder a los requerimientos espaciales de las actividades del proceso.

### Circulaciones

Las circulaciones del proyecto deben responder ya sea a los camiones que llevan los residuos, como los que retiran la materia prima ya clasificada, buses de visita, vehículos livianos, ciclistas y peatones, se hace necesario que las circulaciones sean fluidas y claramente definidas, en lo posible evitar las circulaciones cruzadas para que sea segura y de fácil acceso para las personas.

La circulación de camiones debe tener protagonismo en el diseño, asegurando con ello la funcionalidad, fluidez y seguridad.

Las circulaciones peatonales tanto de los trabajadores del centro como de los visitantes deberán tener una circulación diferenciada.

La circulación de trabajadores en la planta deberá realizarse a través de vías seguras, que no interrumpen el buen funcionamiento de los procesos, claramente delimitadas y de fácil acceso y salida.

La circulación de los visitantes deberá separarse del funcionamiento de la planta, para no interrumpir en el proceso, y evitar de los visitantes, a su vez esta deberá permitir el recorrido para visualizar todas las actividades que se desarrollan en el Centro.

Las actividades que se realizan en el centro requieren de zonas para su desarrollo como lo son:

1. Área de accesos y salida
2. Área de administración
3. Área de proceso
4. Área de servicios transversales
5. Área de Educación

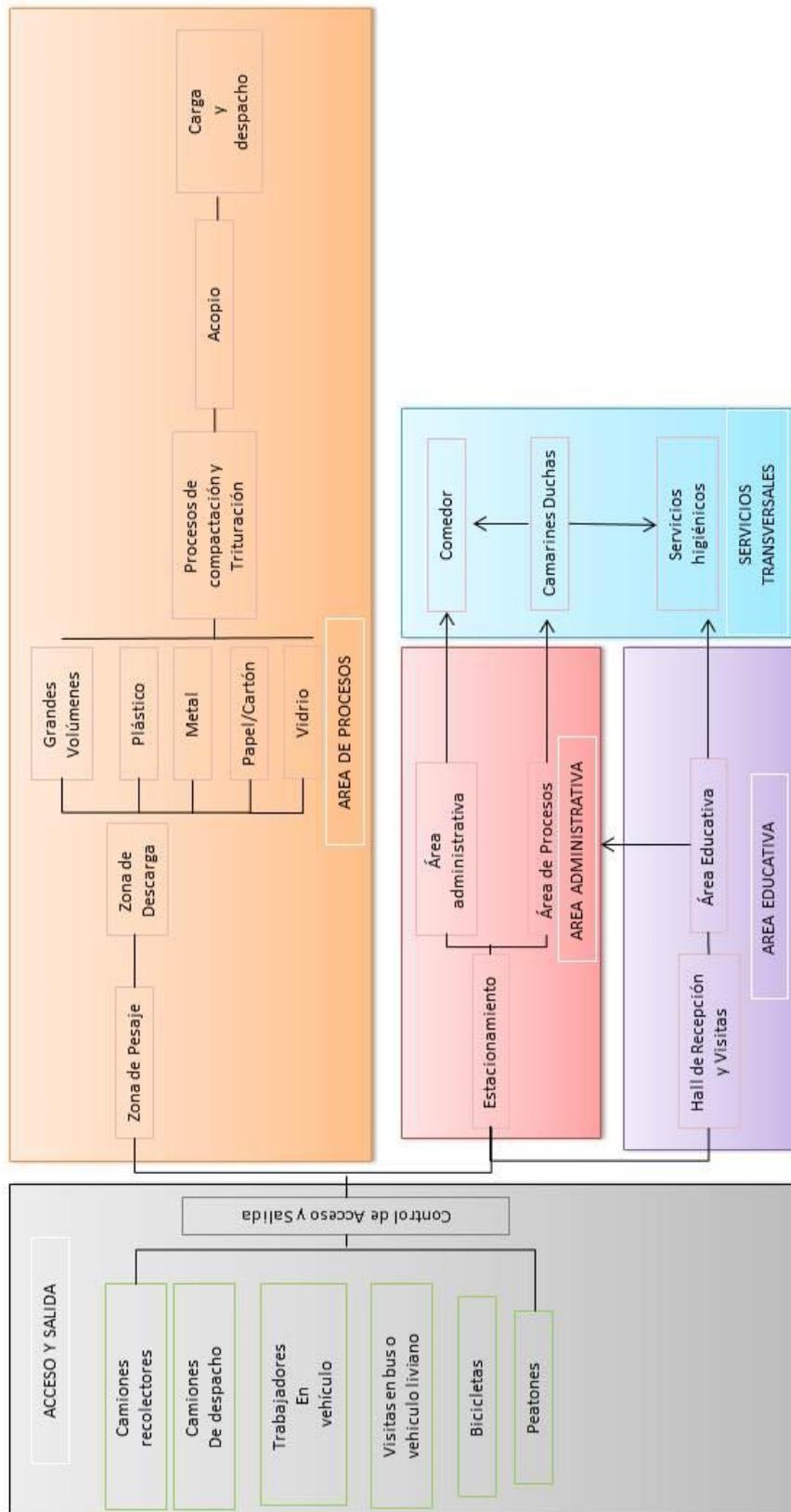


Figura 28: Esquema relaciones funcionales del programa y circulaciones.  
Fuente: Elaboración Propia

### Reconocimiento de Microbasurales

Se realizó un estudio en terreno en la Comuna de Pudahuel identificando los lugares más vulnerables en cuanto a acumulación de residuos por lo que se propone destinar pequeños puntos limpios, los cuales serán unos contenedores que tengan definido cada espacio y color para que la población acuda aquellos a dejar sus residuos.

Para ello se tuvo en cuenta principalmente el recorrido que a diario deben realizar contando con los sitios aledaños a los paraderos de locomoción.

A continuación se ilustra los puntos en que se encuentran los microbasules y los puntos limpios propuestos por el proyecto

### Aspectos a Considerar en las Rutas de Recolección<sup>15</sup>

- ✓ Número y tipo de equipo seleccionado.
- ✓ Frecuencia de recolección.
- ✓ Distancia al sitio de transferencia o disposición final.
- ✓ Topografía del terreno.
- ✓ Tráfico en la ruta.
- ✓ Condiciones de los caminos.
- ✓ Las rutas no deben de estar fragmentadas o traslapadas.
- ✓ Cada ruta deberá ser compacta, atacando un área geográfica y estar balanceada.
- ✓ El tiempo total de cada ruta deberá ser razonablemente el mismo.
- ✓ La recolección deberá comenzar lo más cercano al centro.
- ✓ Las calles de un solo sentido se tratarán de atacar desde el principio de ellas.
- ✓ Se deberán minimizar las vueltas en "U" y a la izquierda.

---

<sup>15</sup> [www.academia.edu](http://www.academia.edu)



Para la recolección de residuos se disponen en la comuna según:

Extracto de norma chilena 3322 que estandariza los colores y elementos visuales con el fin de facilitar la separación de los diferentes residuos en cualquier parte del país.<sup>16</sup>

La norma incluye estos colores para reciclaje:

Color azul reciclaje (papel y cartón): En este contenedor se deben depositar todo tipo de papeles y cartones, que podremos encontrar en envases de cartón como cajas o envases de alimentos. Periódicos, revistas, papeles de envolver o folletos publicitarios entre otros. Para un uso efectivo de este tipo de contenedores, es recomendable plegar correctamente las cajas y envases para que permitan almacenar la mayor cantidad de este tipo de residuo.

Color amarillo reciclaje (plásticos): En éste se deben depositar todo tipo de envases y productos fabricados con plásticos como botellas, envases de alimentación o bolsas. Las botellas y envases de alimentos deben ser enjuagados y entregados secos en los contenedores.

Color gris claro reciclaje (Metales): En este se deben depositar las latas de conservas y de refrescos. Los cuales deben ser enjuagados y secados para su depósito en el contenedor

Color verde reciclaje (vidrio): En este contenedor se depositan envases de vidrio, como las botellas de bebidas alcohólicas, refresco y agua. Importante no utilizar estos contenedores verdes para cerámica o cristal.

En este caso se utiliza el color rojo para los elementos de gran volumen que deben ser depositados en este contenedor.

---

<sup>16</sup>[www.mma.gob.cl/](http://www.mma.gob.cl/)

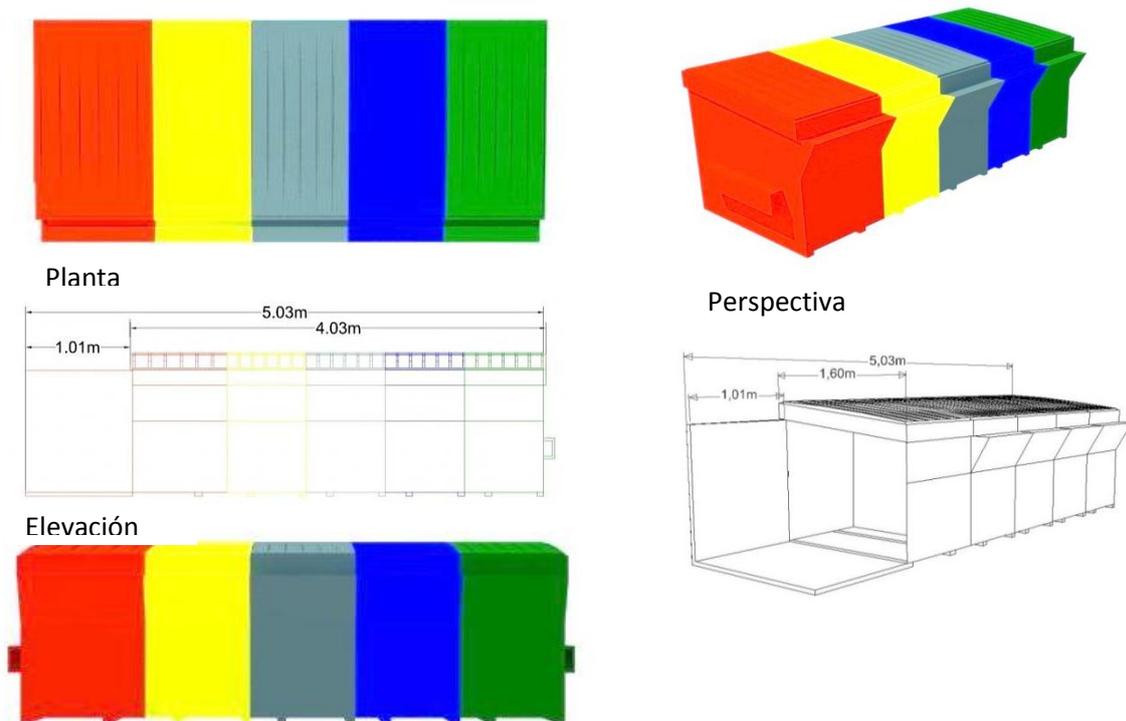


Figura 30: Propuesta de contenedores distribuidos en la Comuna  
Fuente: Elaboración Propia.

### Camiones de recolección de residuos<sup>17</sup>

Para el proceso de recolección de residuos domiciliarios, los cuales recogerán los residuos ya clasificados por la comunidad en los contenedores la municipalidad dispondrá de camiones recolectores con compartimientos que permitan el transporte separado de los materiales.

Dentro de los camiones utilizados para esta tarea, destacan los volcadores, pick ups y compartimentados, a continuación se muestra su funcionamiento.

<sup>17</sup> [www.logismarket.cl/](http://www.logismarket.cl/)

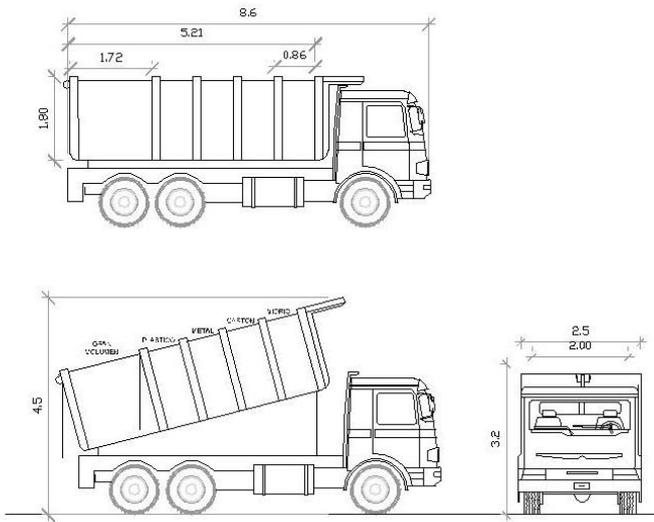


Figura 31: Camión Recolector  
Fuente: Ministerio de vivienda y Urbanismo, 2009

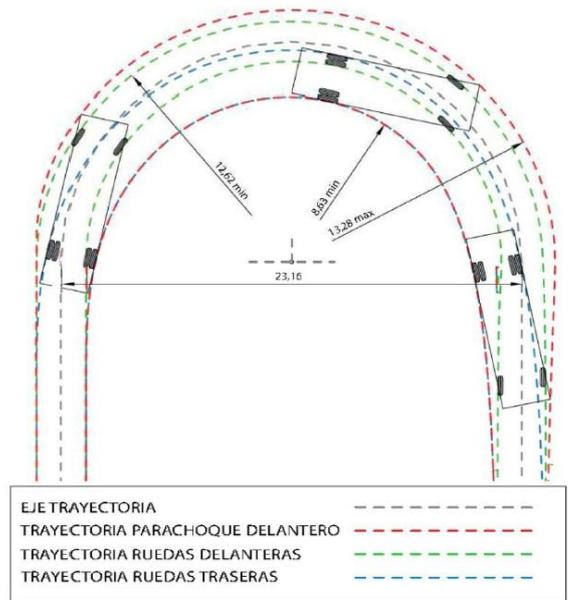


Figura 32: Radio de Giro de Camión Recolector  
Fuente: Ministerio de vivienda y Urbanismo, 2009

Dado que serán las propias empresas de reciclaje, las encargadas de retirar el material de la planta, es que el área de despacho deberá diseñarse acorde a la variedad de camiones que pudiesen llegar, considerando las dimensiones máximas de estos.

A continuación se presentan las dimensiones de las tipologías de camiones tipo que pudiesen recoger los materiales en el centro:

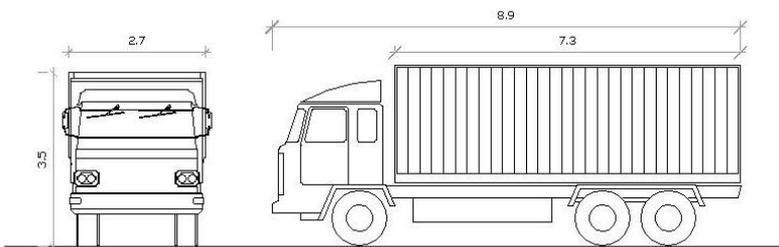


Figura 33: Camión de Transporte de Residuos

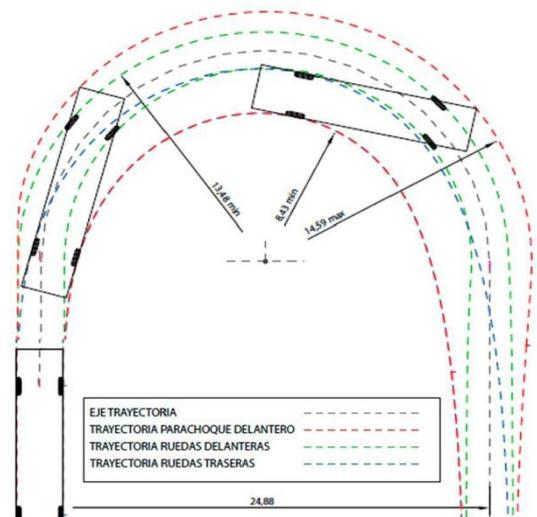


Figura 33: Camión de Transporte de Residuos  
Fuente: Ministerio de vivienda y Urbanismo, 2009

### Requerimientos espaciales de las maquinarias

Dado que el proceso industrial requiere de grandes maquinarias para su desarrollo, es que para el dimensionamiento de los procesos y el programa, se debe tener en consideración sus dimensiones.

A continuación se presentan las dimensiones de las principales maquinarias que participan en el proceso:

La separación manual se realiza a lo largo de una cinta transportadora donde los trabajadores seleccionan los materiales de acuerdo a sus propiedades físicas, ópticas y químicas.

Si bien las dimensiones de ancho de la cinta son estándar, de 1.2 m, su largo dependerá de la cantidad de residuos a clasificar, debiendo ésta ser de máximo 30 metros

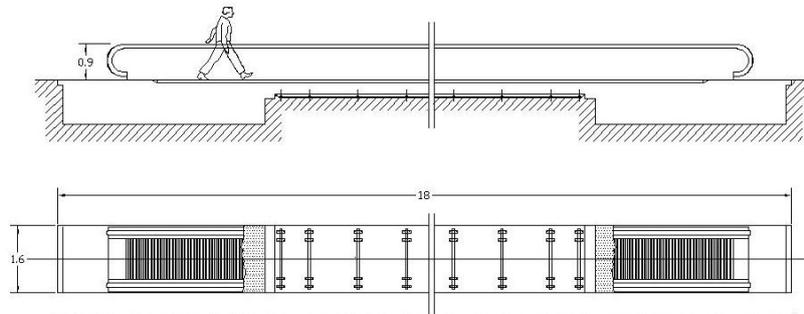


Figura 34: Cinta de Separación Manual de Residuos

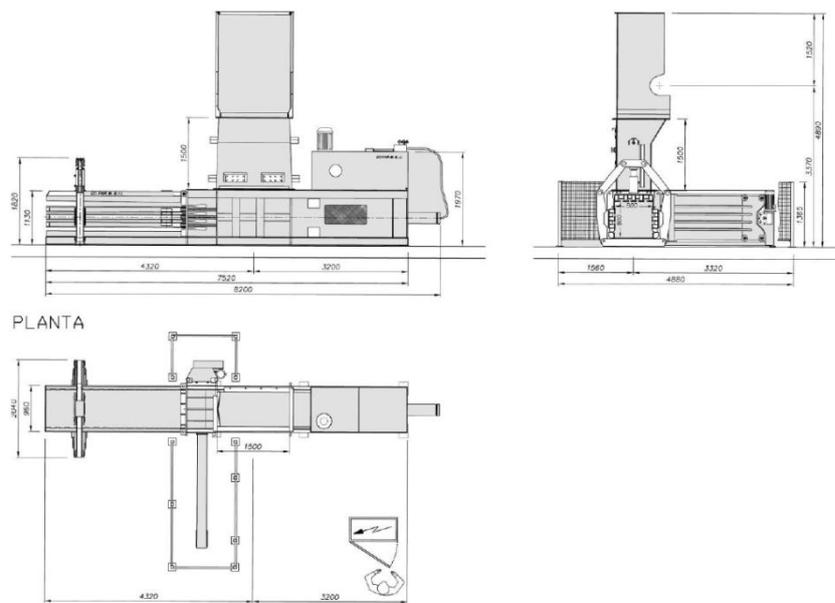


Figura 35: Máquina Compactadora

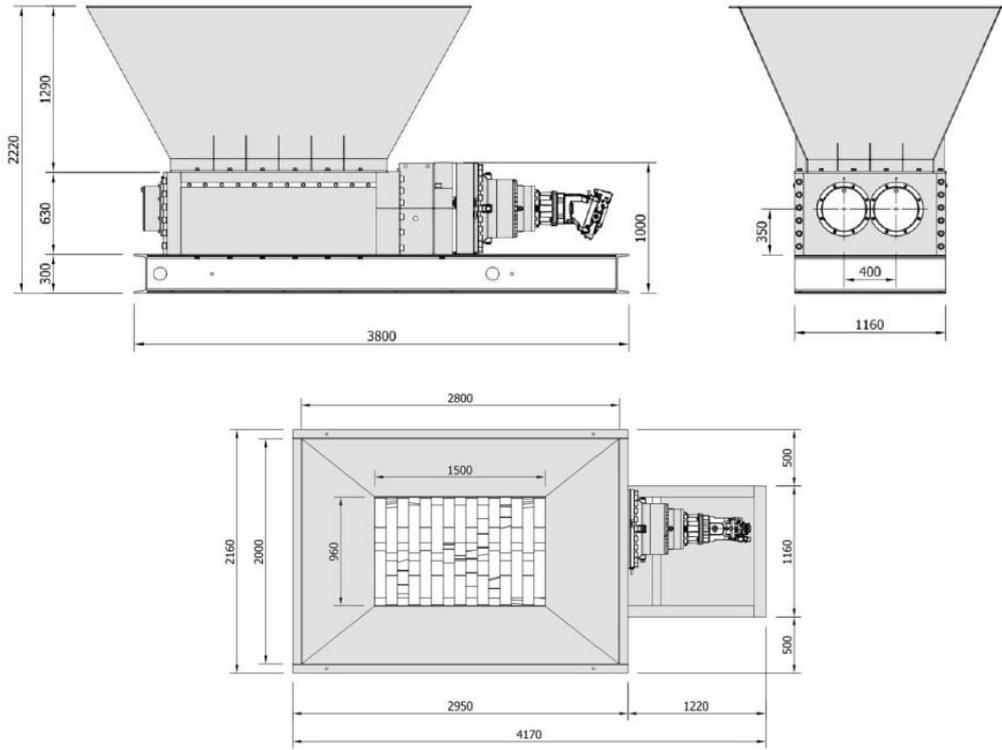


Figura 36: Máquina Trituradora

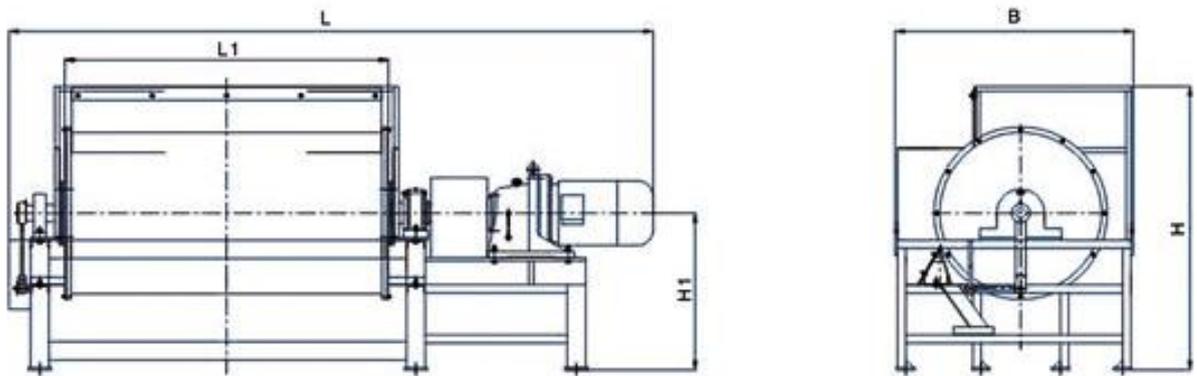


Figura 37: Separador Magnético

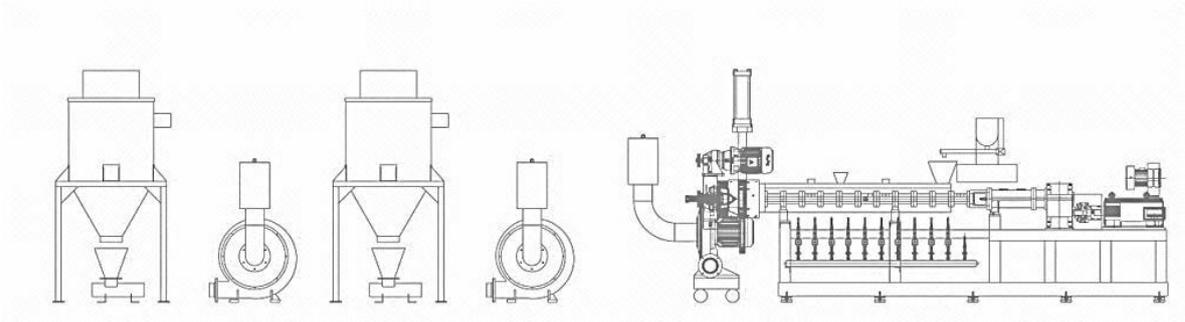


Figura 38: Máquina de Lavado y Secado

### Proceso según tipo de material

En general, la valorización de los materiales se desarrolla de forma similar, manteniendo una estructura lineal durante todo el proceso, pero de acuerdo a las características de cada material, estos presentan particularidades en el desarrollo.

La estructura general de todos los procesos, contempla:

1. Zona de descarga de material
2. Área de separación
3. Acopio de materiales separados
4. Acopio de materiales para su despacho
5. Zona de carga para el despacho del material

La particularidad de cada uno de los procesos, genera diferencias tanto en las dimensiones de los espacios requeridos, como en su cantidad y tipología. Las variaciones producidas varían entre si estos son simplemente compactados, o se trituran, lavan y embolsan para su despacho.

A continuación se presentan los requerimientos espaciales generales de cada uno de los procesos

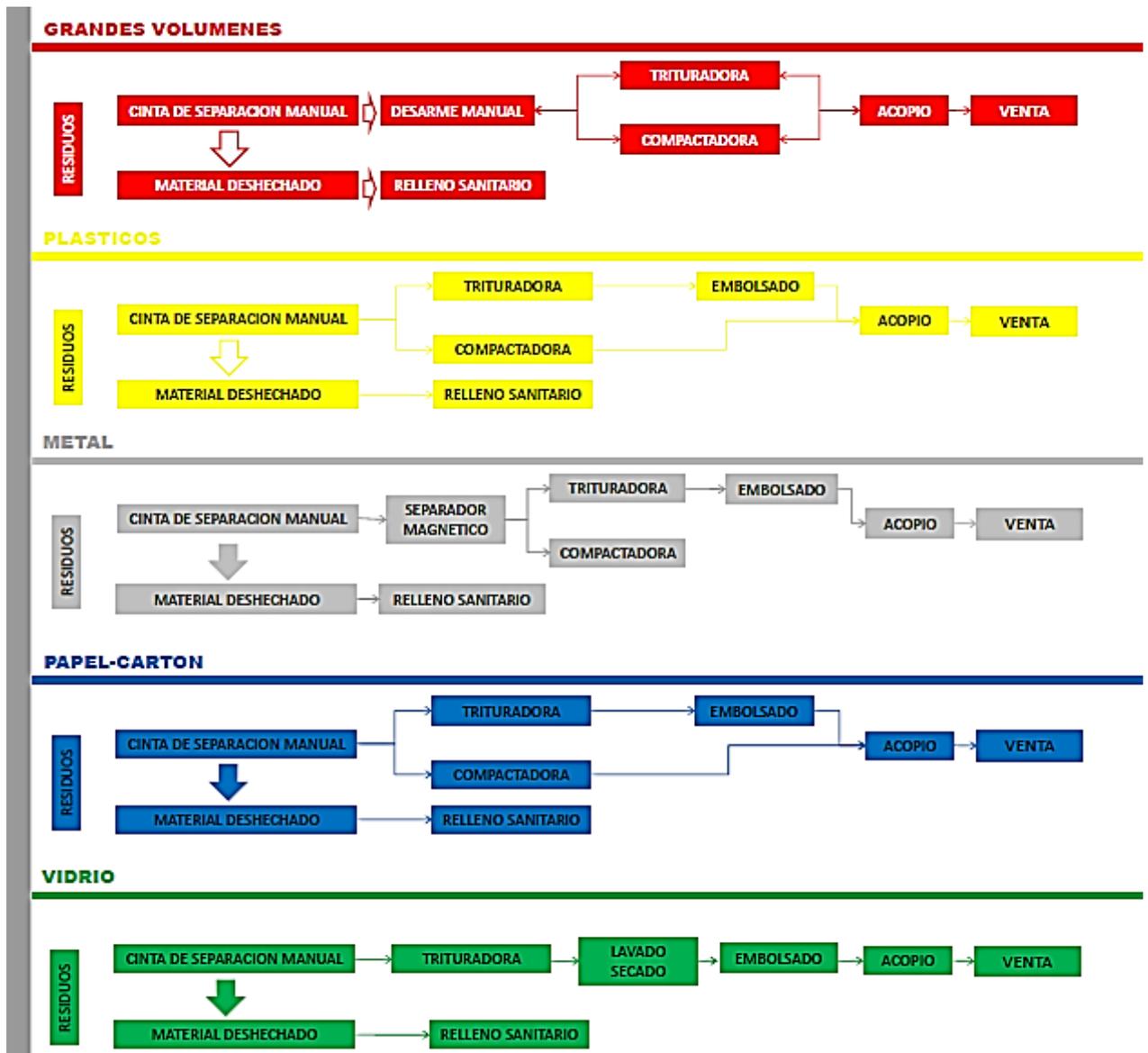


Figura 39: Proceso según tipo de material  
Fuente: Elaboración Propia

### Recintos según Programa

#### Acceso y salida

- Camiones recolectores y de despacho
- Buses de visita
- Vehículos –trabajadores, visitas
- Bicicletas
- Peatones

#### Estacionamiento

- Camiones recolectores y de despacho
- Vehículos –trabajadores, visitas
- Bicicletas

#### Ingreso y salida del material

- Control de entrada y salida de material
- Bascula (zona de pesaje)

#### Proceso

- Zona de descarga
- Tratamiento de material
- Zona de acopio
- Zona de carga

#### Mantenimiento

- Almacenamiento de energía
- Taller de mantenimiento
- Bodega de herramientas

#### Servicios Transversales

- Servicios Higiénicos
- Camarines- duchas
- Comedor
- Cafetería

#### Circulaciones

- Patio de maniobras
- Circulación peatonal. Visitas, Trabajadores

#### Administración

- Oficinas administrativas  
RRHH  
Operaciones

Administrados  
Sala de reuniones

#### Educación

- Auditorio
- Salones educativos
- Plataforma de recorrido de visitas

#### Propuesta Conceptual

El proyecto plantea la necesidad de resolver un aspecto fundamental como lo es el diseño arquitectónico permitiendo en el, un desarrollo lineal de los procesos como:

#### Linealidad del Proceso

El Proceso de clasificación debe ser ineludiblemente lineal iniciando con la descarga del material, su clasificación de acuerdo a sus características a continuación pasa por un proceso industrial para luego ser compactado o embolsado, depositado para su posterior venta.



El partido General busca resolver los objetivos planteados, para ello se propone un diseño que se desarrolla en la forma del predio en la cual se sitúa, esta forma se basa en cinco crujías dimensionadas en dependencia de la relación que posee con el proceso que se diseña, permitiendo independencia y fluidez en cada uno de los procesos, y dos volúmenes con las mismas características orientadas al área administrativa, educativa y de servicios transversales.

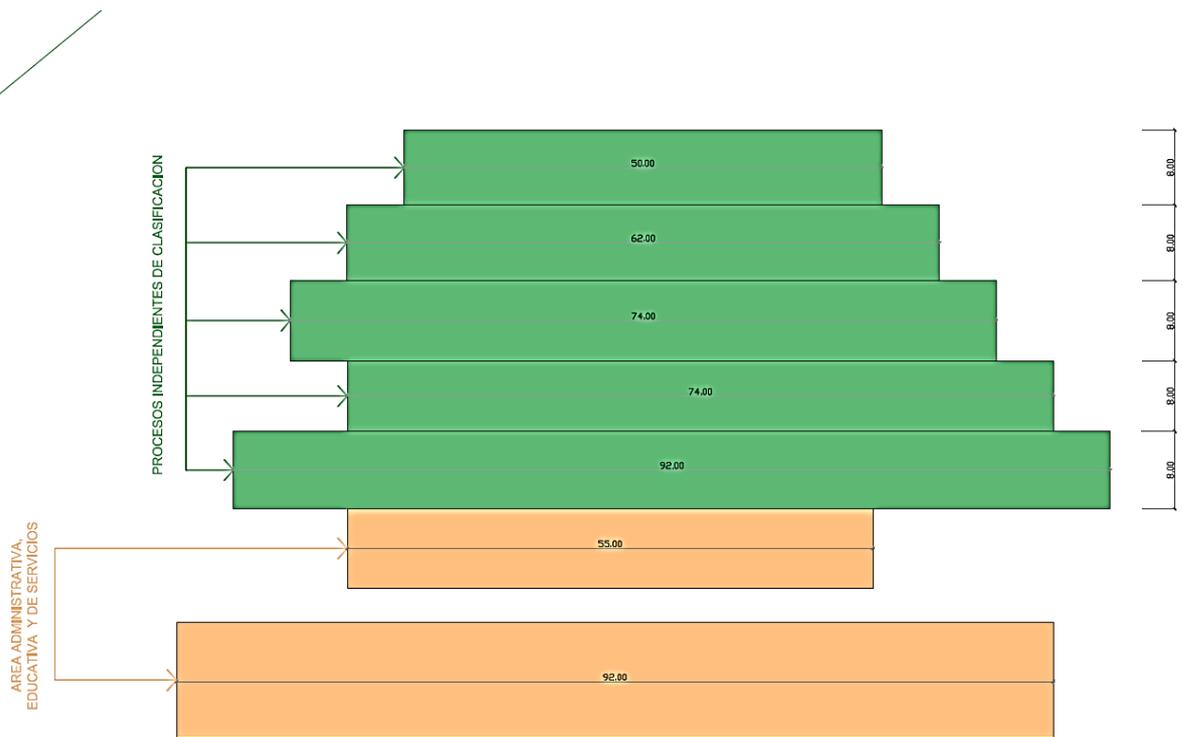


Figura 40: Área según tipo de residuo  
Fuente: Elaboración Propia

El área requerida para cada material será lo que defina cada espacio de trabajo, el principal y más amplio será el destinado para los residuos que lleguen al centro de “Gran Volumen”, puesto que estos materiales requieren de mayores espacios de trabajo para su desarme y posterior proceso, la forma rectangular alargada de las crujías permite que la clasificación de los materiales y en cada uno de los procesos se realice en forma lineal y continua.

Para permitir una mayor fluidez de las circulaciones en el centro, estas se separan para que el ingreso y la salida del material se realicen de forma independiente, como se muestra a continuación

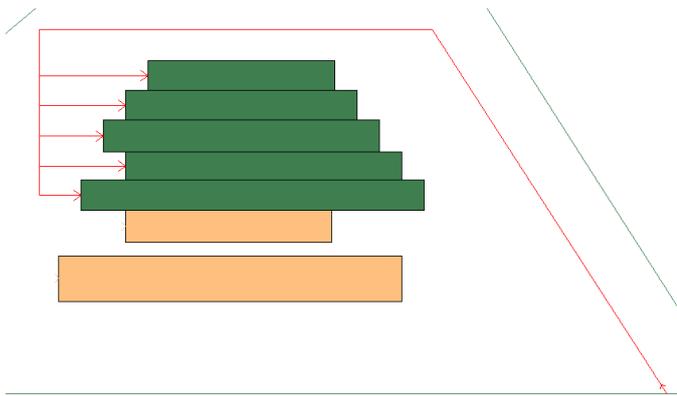


Figura 41: Circulación de ingreso de material  
Fuente: Elaboración Propia

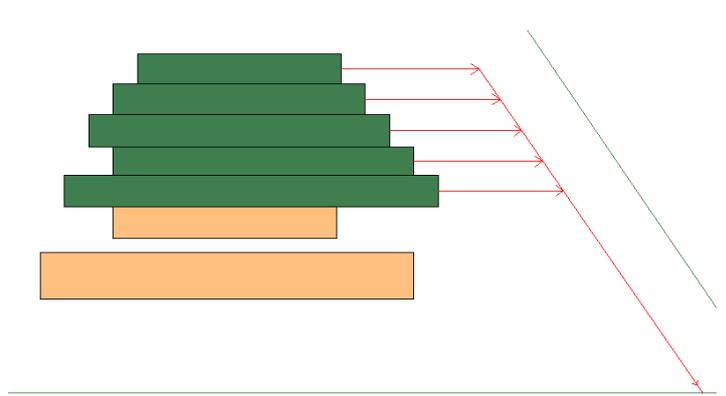


Figura 42: Circulación de Salida de material  
Fuente: Elaboración Propia

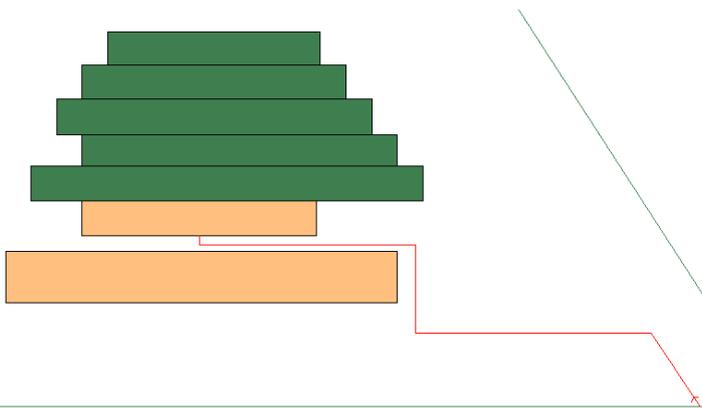


Figura 43: Circulación de Operarios  
Fuente: Elaboración Propia

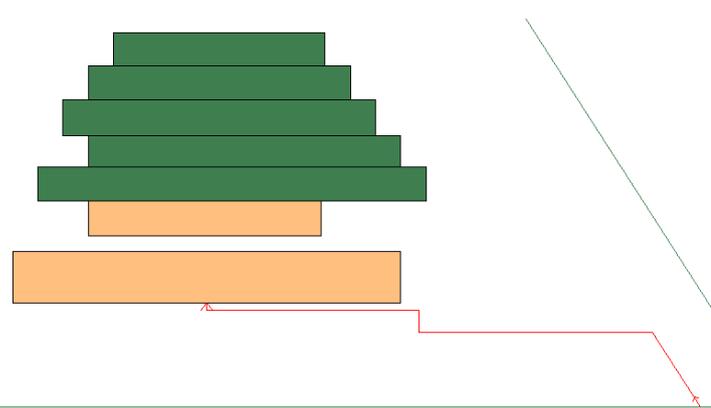
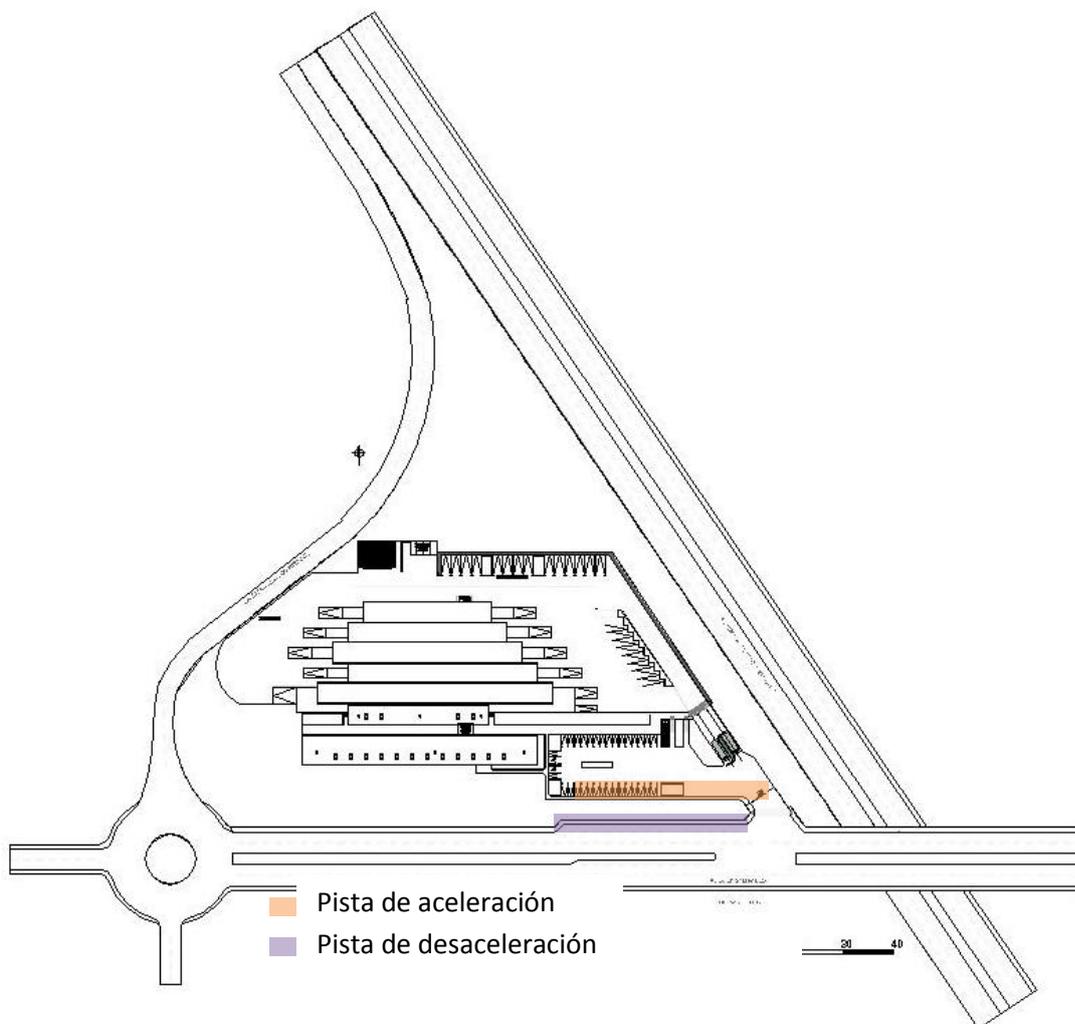


Figura 44: Circulación de Administrativos y Visitas  
Fuente: Elaboración Propia

### 3.3. Propuesta Urbana

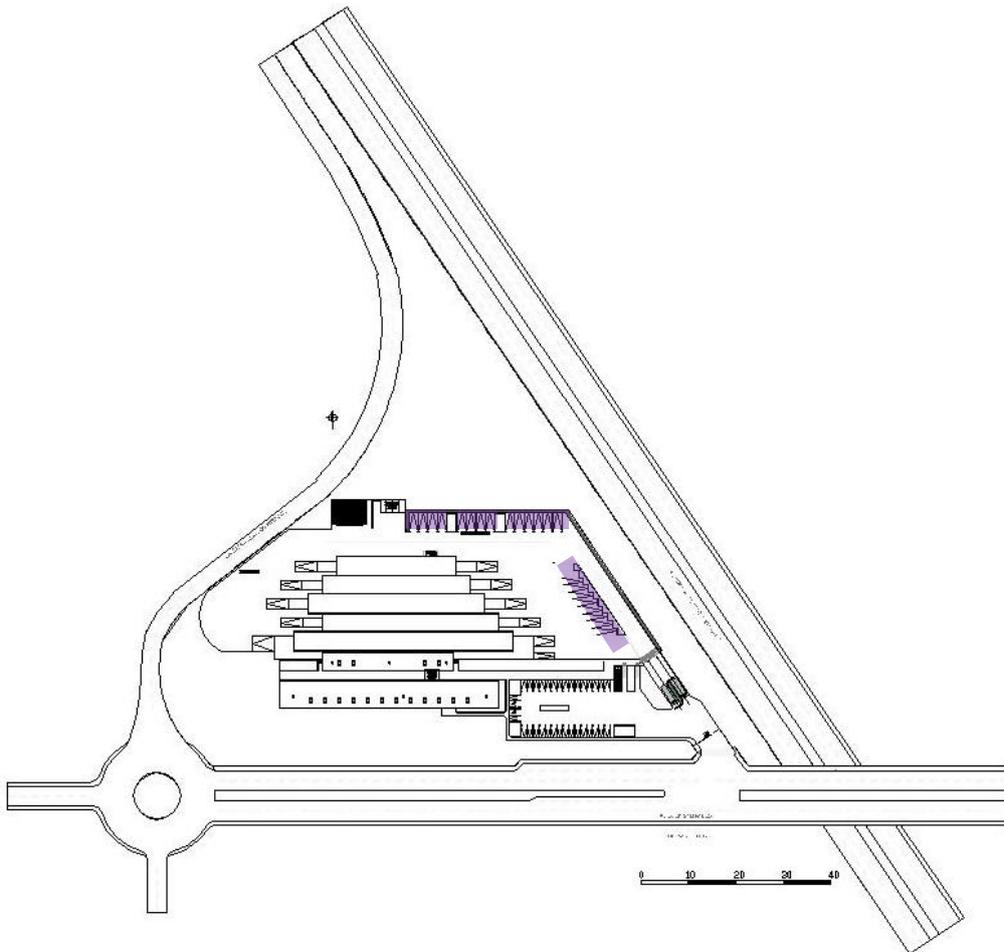
Debido a la actividad desarrollada en el centro es que esta generará un gran flujo de camiones al sector influyendo en su flujo vial, por lo cual se propone el desarrollo de estrategias de intervención urbana que permitan aminorar los impactos en el sector.

Por otra parte y teniendo en cuenta la vía estructurante la que se enfrenta el centro es que se propone una pista de aceleración para lograr la incorporación ya sea de vehículos livianos como de los propios camiones a la vía.



El centro incorpora en su diseño estrategias que permitan mitigar algún tipo de congestión vehicular, es por ello que se define un área con una capacidad de 24 estacionamientos momentáneos.

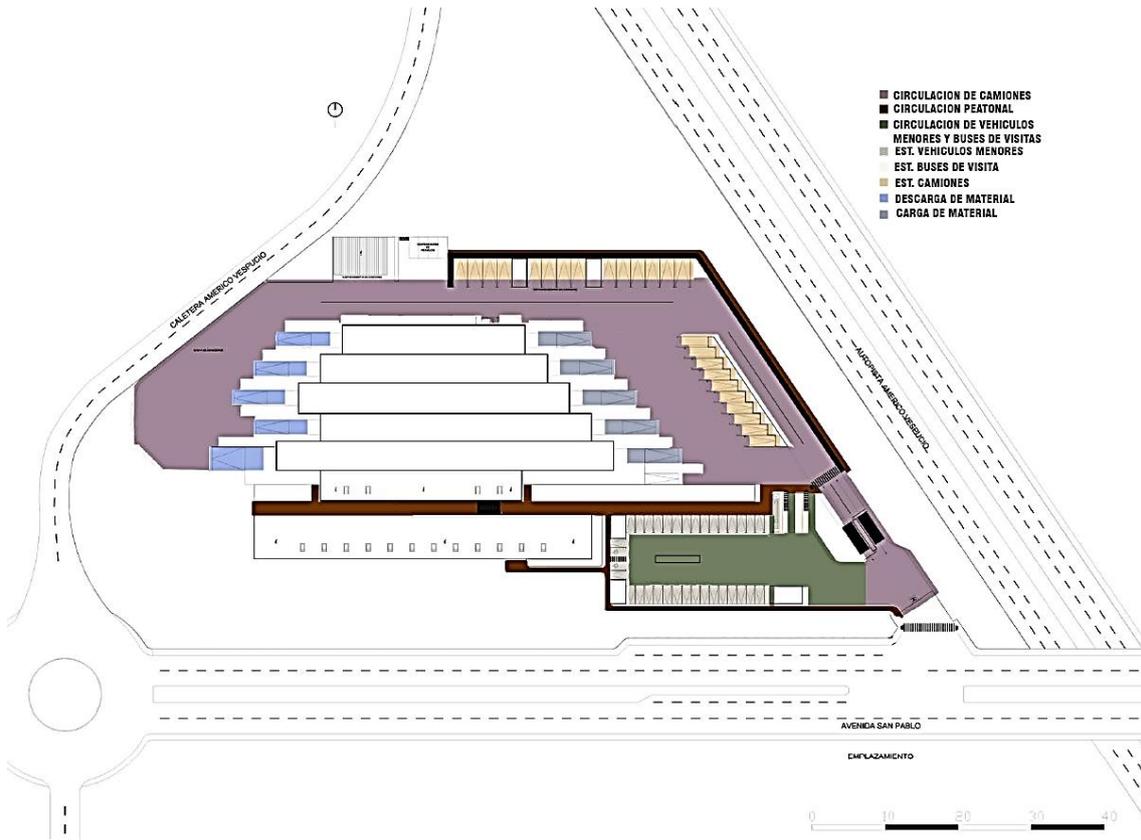
Para ello se propone una vía interior con las dimensiones adecuadas para el desplazamiento de los camiones y un patio de maniobras necesario para este tipo de vehículos debido a sus grandes dimensiones



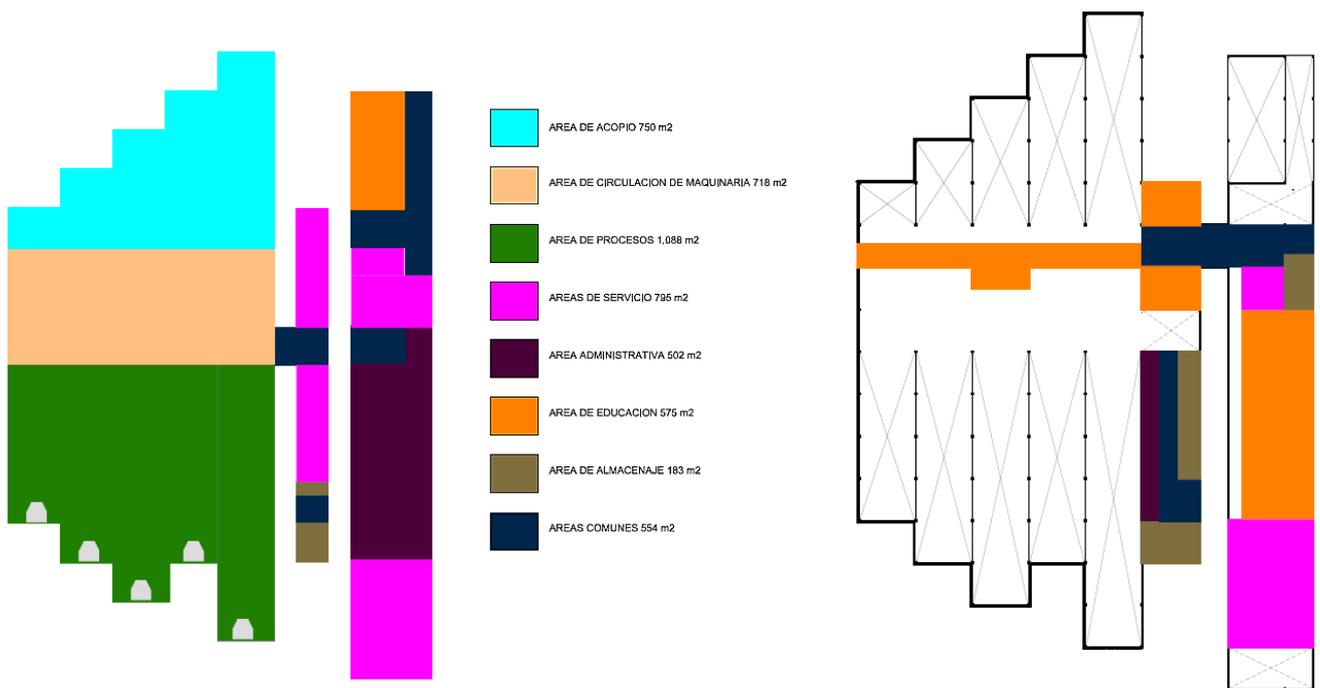
### 3.4. Propuesta Arquitectónica

#### Zonificación

A continuación se muestra cada una de las áreas del centro, de las cuales poseen mayor superficie aquellas que intervienen en el eje central del centro, como lo son las áreas de circulaciones de camiones, descarga proceso, carga del material y áreas de estacionamiento.



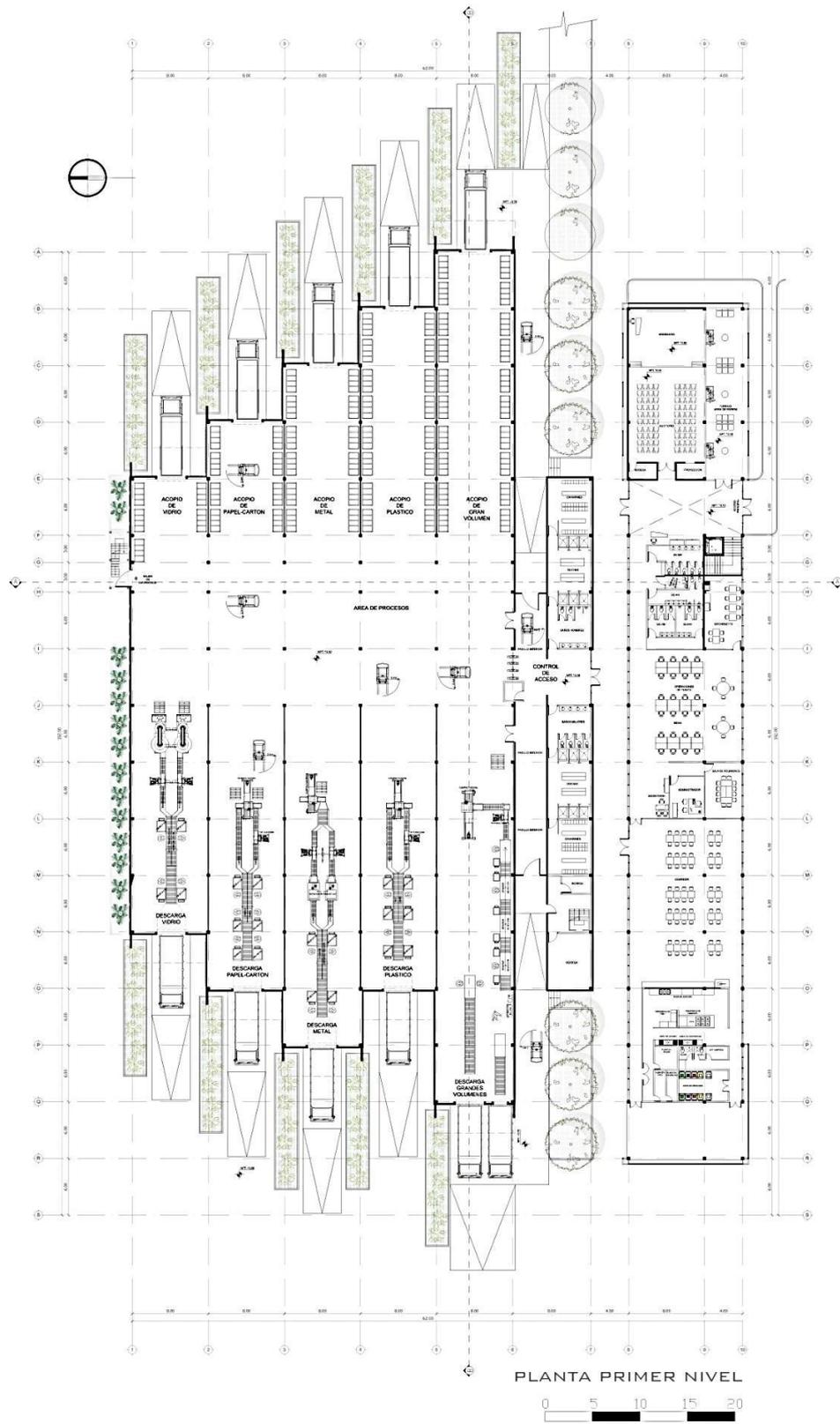
Especificidad de recintos



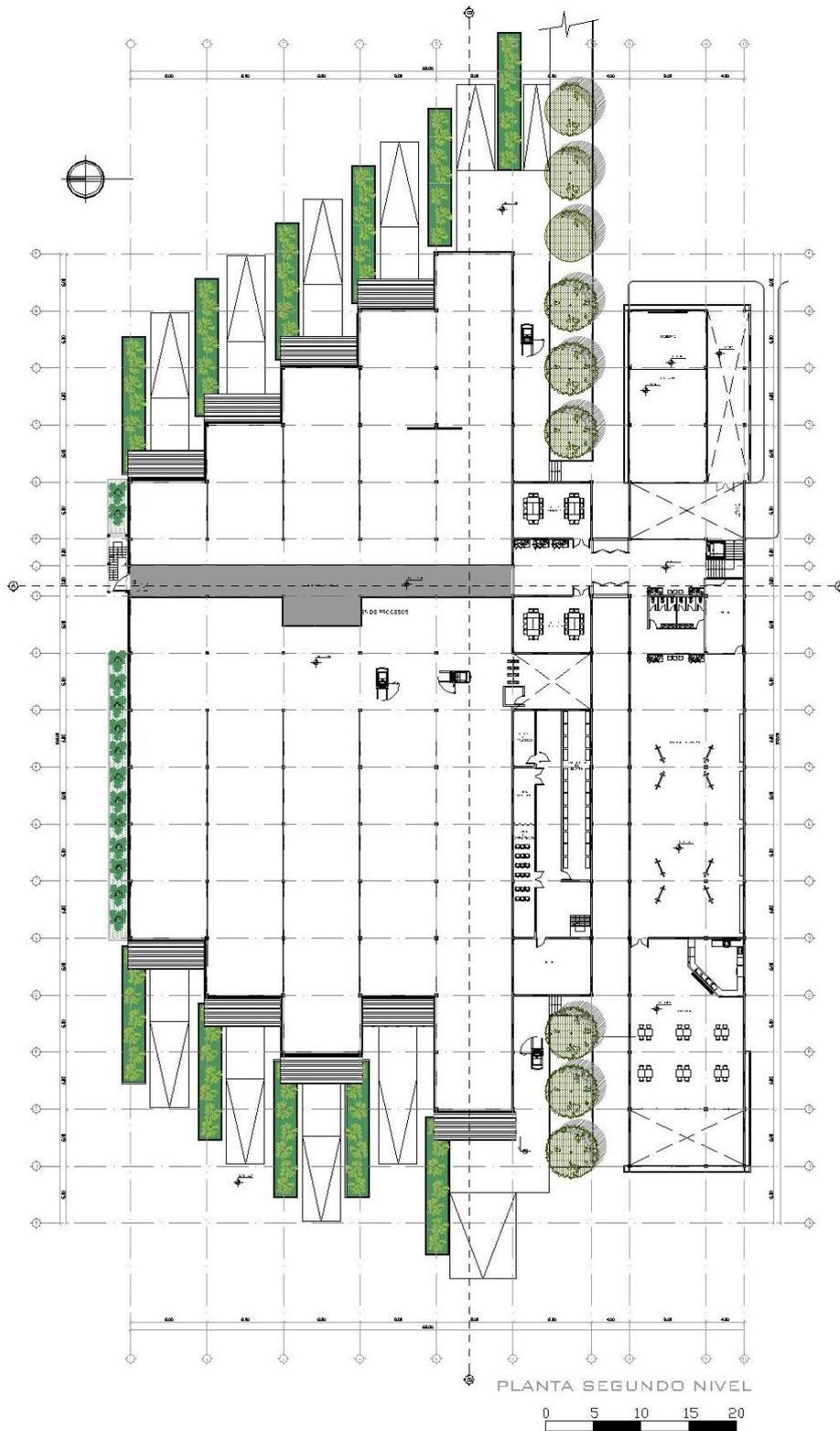
Planta Primer Nivel

Planta Segundo Nivel

# Planta Primer Nivel



# Planta Segundo Nivel



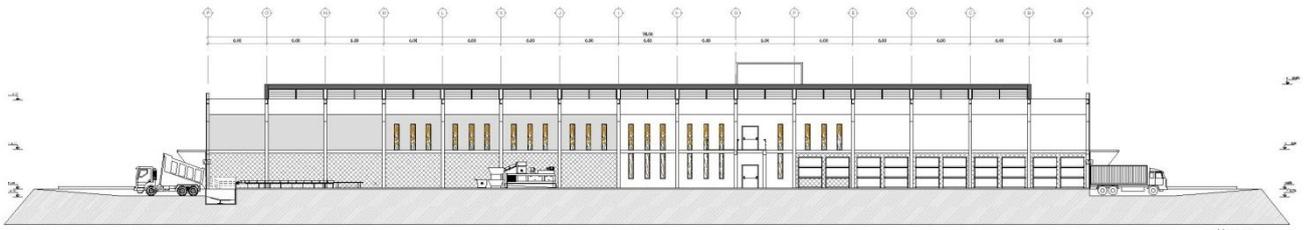
# Planta de Cubierta



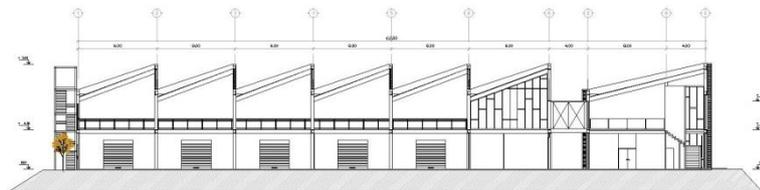
PLANTA CUBIERTA



# Cortes



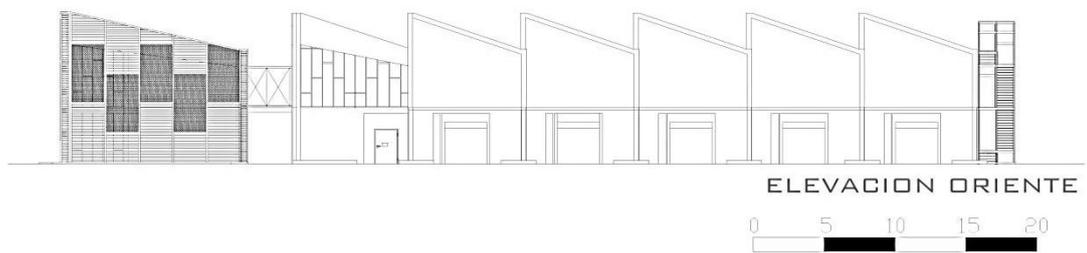
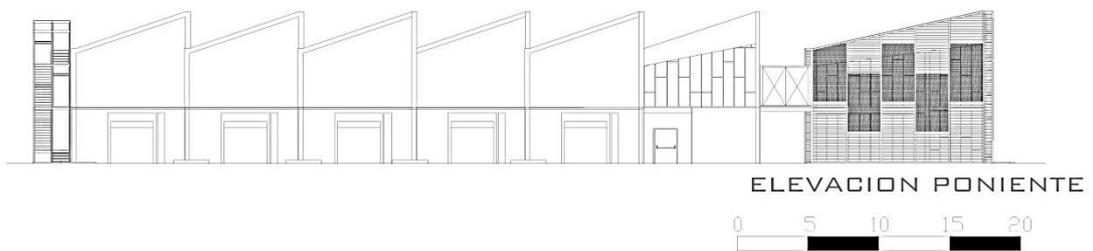
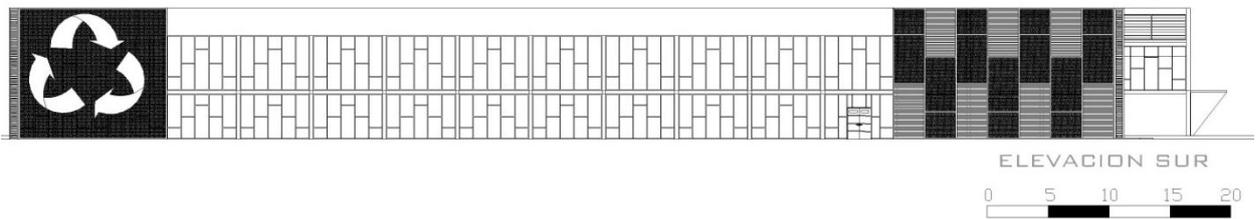
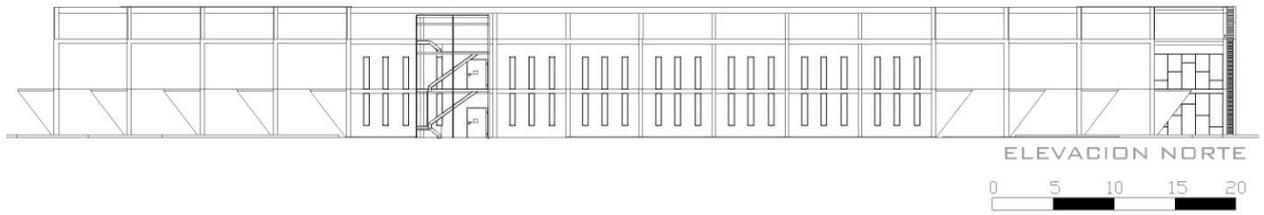
CORTE B-B



CORTE A-A



# Elevaciones



### 3.5. Propuesta Estructural y Constructiva

Se propone que el centro de clasificación se construya utilizando estructura de acero con el propósito de aminorar costos, y poder realizar el diseño con secciones más pequeñas otorgando gran flexibilidad espacial, la estructura estaría compuesta por: fundaciones, pilares y vigas.

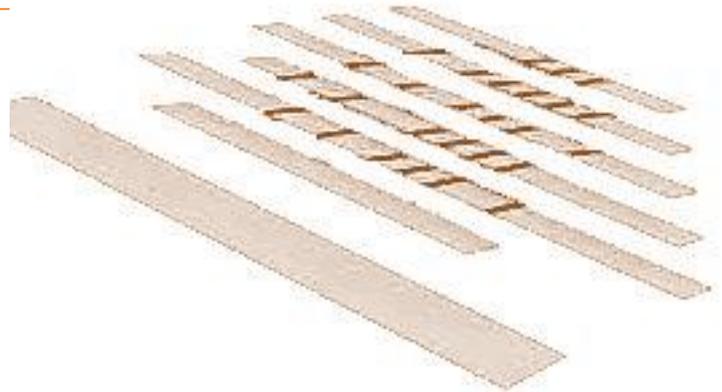


Sistema estructural pórtico, material acero, con uniones rígidas en todas sus direcciones.

Sistema Constructivo

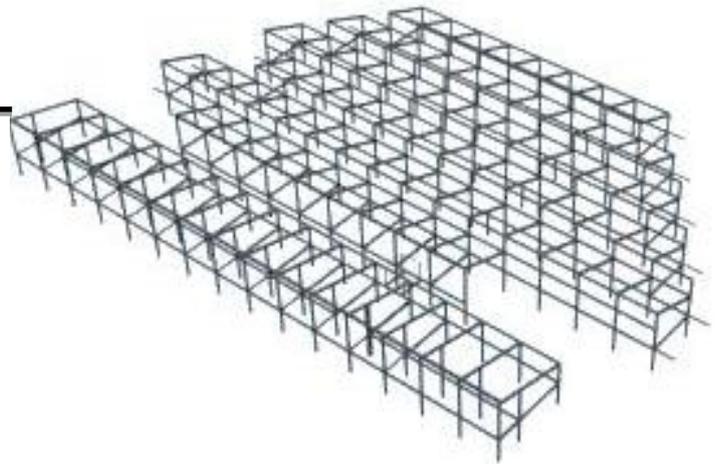
CUBIERTA

Panel Sandwich Isowal



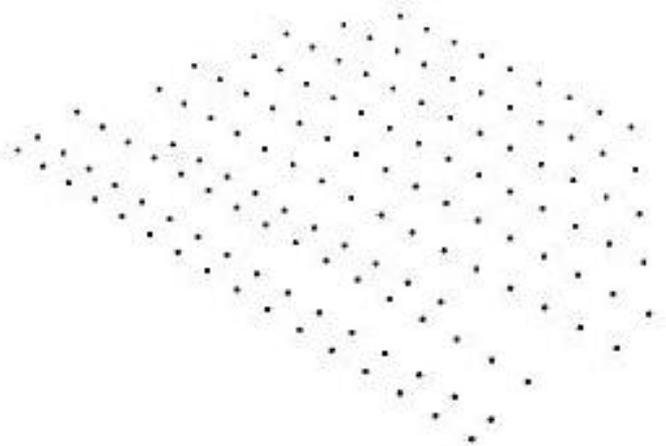
ESTRUCTURA

Acero



FUNDACIONES

Hormigón Armado

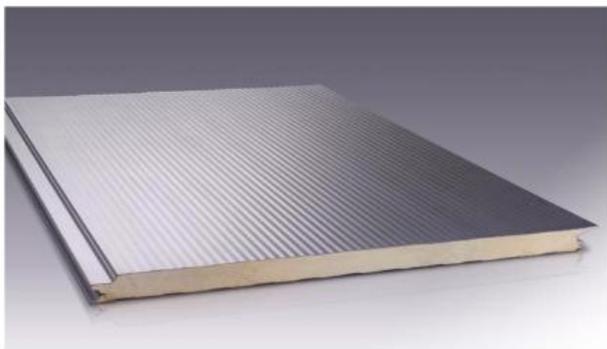


## Cubierta

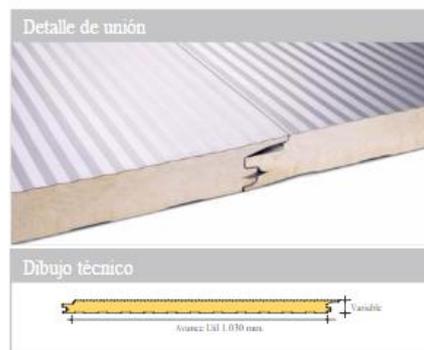
Para la cubierta del centro se utilizará el panel Isowall triangular continuo debido a su buen comportamiento aislante, sus dimensiones y su rápida y fácil instalación.

El principal uso establecido por el fabricante es en: centros comerciales, bodegas, galpones industriales, centros de distribución, gimnasios, supermercados, universidades y edificios corporativos entre otros.

### Isowall/Triangular Continuo



Cara triangular de extremo a extremo



## Vidrios y Protecciones solares

En las áreas donde el proyecto presente ventanas, estas se proponen fijas con vidrio de colores con el fin de representar un concepto algo más lúdico como también, lo que implica la descomposición de los materiales.

Para prevenir el ingreso de radiación solar directa al interior se propone el uso de protecciones solares para reducir el soleamiento y brindar mayor homogeneidad lumínica al interior, evitando el deslumbramiento.

El tipo de protecciones solares consiste en un panel Aluzinc perforado tipo Screen panel, con un 40% abierto y con perforaciones de 4 mm de diámetro, el cual será ubicado al exterior de la ventana.



Protección solar Panel perforado Screen panel

### Pavimentos interiores

Los pavimentos interiores del centro requieren de una alta resistencia y durabilidad que permita sus procesos, maquinaria pesada y alto tráfico de grúas horquilla, es por lo cual se propone el uso del revestimiento Sikafloor 20N PurCem.

Este revestimiento puede ser utilizado tanto en áreas para procesos húmedos como secos, protegiendo los sustratos de hormigón y brindando una superficie antideslizante



Revestimiento pisos interiores Sikafloor 20N PurCem

Es un revestimiento de alta durabilidad y resistencia, con alto contenido de resina, de color uniforme, de rápida puesta en servicio y de tres componentes que se basa en la exclusiva tecnología de poliuretano / cemento disperso en agua, de fácil aplicación con llana, adecuado para pisos sometidos a importantes cargas, alta abrasión y exposiciones químicas.

### Pavimentos exteriores

Se propone el uso de pavimentos drenantes en las zonas de tránsito peatonal y de bajo tráfico, para prevenir la escorrentía y aumentar la absorción de aguas lluvias en el terreno.

### Tránsito peatonal y Estacionamientos

En las áreas de tránsito peatonal y estacionamiento se propone el uso de pavimentos drenantes, diseño especialmente para permitir el drenaje de agua lluvias y aumentar la infiltración del terreno.

Dentro de sus beneficios se cuenta la disminución de mano de obra y equipos para su instalación, su calidad homogénea y la eliminación del acopio y manejo de áridos en la obra.

Dentro de sus características técnicas este presenta un 30% de huecos, una densidad de 1850 Kg/m<sup>3</sup> aprox., resistencia de 6 Kgf/cm<sup>2</sup> a los 28 días y una permeabilidad de 100 mm/minuto.

### Tránsito de camiones y estacionamientos

Las áreas de tránsito de camiones deberán permitir el alto tráfico y el gran peso de estos cargados con material, por lo cual se propone un tipo de pavimento rígido en base a losas de hormigón.

## **3.6. Propuesta de sustentabilidad integral**

### Determinación de Factores a evaluar

A partir de las estrategias planteadas se buscan factores de evaluación que permitan alcanzar los objetivos y se enmarquen dentro de la estructura propuesta por las etapas del ciclo de vida y las categorías abordadas.

### Recursos Materiales empleados

#### Acero Reciclado v/s Acero extraído desde la naturaleza

Dentro de los materiales principales a utilizar en la construcción del centro se considera una estructura de acero reciclado, debido a que este presenta beneficios ambientales respecto a aquellos que utilizan materias primas extraídas de la naturaleza, u otros materiales de construcción.

Actualmente la obtención de acero se realiza a través de dos formas: a partir de materias primas (mineral de hierro, caliza y coque) o a partir de material reciclado (chatarra), donde ambos procesos, alto horno y horno eléctrico de arco respectivamente, tienen distintos niveles de consumo de energía.

El uso de acero reciclado mediante el proceso de horno eléctrico de arco permite el ahorro de extracción de materias primas, alcanzando ahorros de 1,25 ton de mineral de hierro, 630 kg de carbón y 54 kg de caliza por tonelada de acero reciclado producida, respecto a aquel proveniente de materias primas.

A su vez, la producción de perfiles laminados de acero mediante el proceso alto horno, presenta un consumo de energía de 29 GJ/ton acero, en cambio el de horno eléctrico de arco consume solo 10GJ/ton<sup>18</sup>

En cuanto a emisiones contaminantes la producción de 1 ton de acero reciclado emite cerca de 462 Kg de CO<sub>2</sub>, mientras que la alternativa (proveniente de materias primas) emite cerca de 2.494 Kg de CO<sub>2</sub><sup>19</sup>

### **Acero v/s Concreto 10.2.2**

Dado que los impactos ambientales de una construcción varían de acuerdo al tipo de materiales utilizados, a continuación se presenta un estudio realizado para determinar las ventajas ambientales de una construcción diseñada en acero y otra en concreto.

Si bien cabe destacar que los impactos ambientales no pueden ser directamente asociados a nuestro proyecto, es importante tener algún caso de estudio de referencia para tomar decisiones preliminares en el proceso de diseño.

La solución estructural mixta acero-concreto presenta una mejor performance ambiental y económica que la solución de solo concreto, ya que las características naturales del acero permiten optimizar en recursos naturales y logran reducir los impactos ambientales, contribuyendo así a una construcción más sustentable.

En el Decreto Supremo DS-594 también se establecen los niveles mínimos de ventilación para los recintos de trabajo, por lo cual serán estos parámetros los que se considerarán en la evaluación de la calidad del aire interior.

En el Párrafo I: De la Ventilación se establece que los locales de trabajo deberán proveer un volumen de aire mínimo de 10 m<sup>3</sup> por trabajador, salvo que se justifique una adecuada ventilación, la cual deberá brindar aire fresco a razón de 20 m<sup>3</sup>/hora por trabajador o una cantidad total de 6 renovaciones de aire/hora, pudiendo alcanzare los 60 cambios por hora. A su vez la velocidad no deberá exceder 1 m/s.

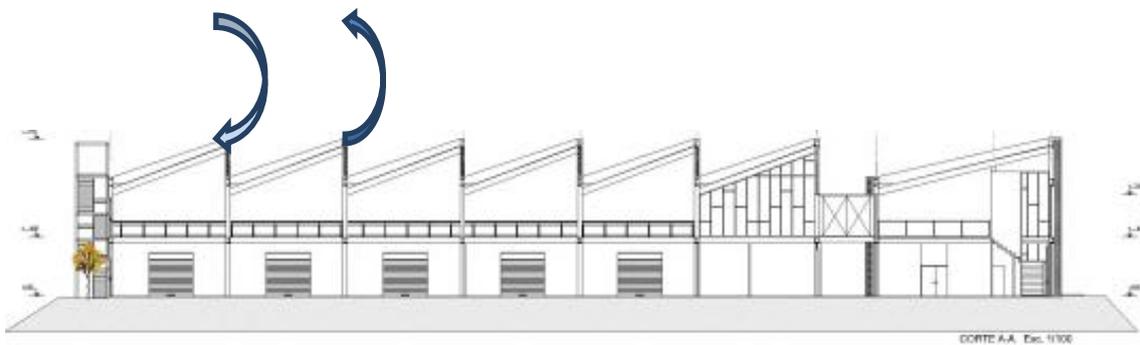
---

<sup>18</sup>(International Iron and Steel Institute, 1999/2000)

<sup>19</sup>(World steel association, 2008).

Si bien los recintos más densos del centro presentan un volumen de aire superior al requerido por la norma (de 24 m<sup>3</sup> aprox.) se debe considerar una buena ventilación de los volúmenes, debido al manejo de residuos que pudiesen expeler malos olores.

El centro de diseña con una cubierta de diente de sierra con el propósito de favorecer al sistema de ventilación como de iluminación natural, considera aperturas superiores a lo largo de la crujía, donde se instalan las ventanas pivotantes de aluminio y policarbonato las cuales permitirán el ingreso de iluminación y favorecerá a la ventilación natural de igual modo.



#### Uso de Energía en procesos

Cabe destacar la gran inversión inicial que implica contar con paneles solares, pensando en este propósito es que se deja la pendiente de cada una de las cubiertas para optimizar este recurso y obtener la mayor cantidad de energía posible, que podrá abastecer toda la parte administrativa y educativa del centro, como también permitirá la iluminación nocturna a través de unas baterías de almacenamiento que se plantea poseer.



Paneles Fotovoltaicos

Además se plantea la utilización de termo- paneles con el fin de mitigar los gastos que genera el área de servicio de los trabajadores puesto que cuentan con camarines para su aseo personal



Termo-panel solar

### 3.7. Propuesta de uso y mantención del centro

En los costos de inversión del Centro se deberán incluir todos aquellos gastos requeridos para que este pueda comenzar su funcionamiento.

En general los costos de inversión incluirán los gastos de: diseño y construcción del Centro y compra de maquinarias. No obstante deberá considerarse su mantención en el tiempo, costos que serán asociados a la operación del Centro.

Cabe destacar, que en este caso el terreno de emplazamiento escogido es de propiedad fiscal, por lo cual el municipio debe presentar un proyecto para que las instalaciones del Centro puedan ser ubicadas en el predio de forma gratuita.

Tabla 4: Detalle Costos de diseño y Construcción del Centro

OBRAS PREVIAS				
<b>Limpieza de terreno</b>	m2	26.261	\$ 157	\$ 4.122.977
<b>Levantamiento topográfico</b>		1	\$ 1.565.029	\$ 1.565.029
<b>Instalación de faena</b>		1	\$ 6.901.765	\$ 6.901.765
CERCO PERIMETRAL				
<b>Cierre perimetral-Malla</b>	m2	754	\$ 27.950	\$ 21.074.300
ACMAFOR				
<b>Instalación de portón de acceso</b>		1	\$ 892.500	\$ 892.500
OBRAS GENERALES				
<b>Áreas de tránsito (pavimento asfáltico)</b>	m2	5.949	\$ 25.200	\$ 149.914.800
<b>Áreas de estacionamiento hormigón</b>	m2	1.649	\$ 23.450	\$ 38.669.050
<b>Instalación de bascula</b>	Un	2	\$ 5.990.400	\$ 11.980.800
<b>Contenedores de chatarra</b>	Un	5	\$ 4.350.760	\$ 21.753.800
CONSULTORIAS				
<b>Inspección técnica de la obra</b>	Gl	1	\$ 35.873.444	\$ 35.873.444
<b>Consultoría de la obra</b>	Gl	1	\$ 54.733.659	\$ 54.733.659
GALPÓN PROCESO (todos)				
Fundaciones				
<b>(Mejoramiento de suelo, enfierradura, hormigón, moldajes, pavimento interior)</b>			\$ 314.307.932	\$ 314.307.932
Estructura				

<b>(Pilar tipo 1, Pilar tipo 2)</b>	Kg		\$	\$ 28.934.653
			28.934.653	
Fachada				
<b>(Plancha panel sándwich, plancha perforada, vidrio)</b>	m2		\$	\$ 104.266.900
			104.266.900	
Entrepiso				
<b>(Losa colaborante, pasillo metálico)</b>	m2		\$	\$ 124.800.000
			124.800.000	
Otros				
<b>Portón procesos, puertas acceso ascensor, termo panel, panel fotovoltaico)</b>	Un		\$	\$ 13.057.020
			13.057.020	
<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>				<b>\$ 932.848.629</b>
<b>GASTOS GENERALES</b>	<b>%</b>	<b>20%</b>		<b>\$ 186.569.725</b>
<b>COSTO TOTAL</b>				<b>\$ 1.119.418.354</b>
<b>VALOR TOTAL BRUTO (con I.V.A.)</b>	<b>%</b>	<b>19%</b>		<b>\$ 1.332.107.841</b>

Tabla 5 Detalle de costo de inversión maquinarias

<b>Grúa horquilla o similar</b>	Un	5	\$ 5.800.000	\$ 29.000.000
<b>Prensa hidráulica</b>	Un	5	\$ 1.260.000	\$ 6.300.000
<b>Lavadora y secadora</b>	Un	4	\$ 9.650.000	\$ 38.600.000
<b>Trituradora</b>	Un	4	\$ 12.940.000	\$ 51.760.000
<b>Cintas transportadoras tipo A</b>	Un	18	\$ 375.100	\$ 6.751.800

<b>Cinta transportadora tipo B</b>	Un	5	\$ 2.350.000	\$ 11.750.000
<b>Separador magnético</b>	Un	1	\$ 3.225.000	\$ 3.225.000
<b>Extractor de gas</b>	Un	1	\$ 1.899.000	\$ 1.899.000
<b>Contenedores de puntos limpios</b>	Un	21--67	\$ 24.800.000	\$ 24.800.000
<b>mesa para selección</b>	Un	7	\$ 35.800	\$ 250.600
<b>Cilindro hidráulico</b>	Un	5	\$ 120.000	\$ 600.000
<b>Contenedores manuales para desechos</b>	Un	22	\$ 48.600	\$ 1.069.200
<b>TOTAL</b>				\$ 176.005.600
<b>TOTAL BRUTO (CON I.V.A)</b>	19%			\$ 209.446.664

Tabla7: Estimación de costo mensual de mantención del centro

<b>PERSONAL</b>				
<b>Administrador</b>	Mes	1	\$ 1.250.000	\$ 2.500.001
<b>Jefe de operaciones</b>	Mes	2	\$ 850.000	\$ 1.700.000
<b>Supervisor</b>	Mes	3	\$ 790.000	\$ 2.370.000
<b>separador, ayudante, vigilante</b>	Mes	55	\$ 350.000	\$ 19.250.000
<b>personal administrativo de apoyo</b>	Mes	2	\$ 480.000	\$ 960.000
<b>Operador de maquinaria</b>	Mes	10	\$ 450.000	\$ 4.500.000
<b>Mecánico</b>	Mes	1	\$ 780.000	\$ 780.000
<b>Subtotal</b>				\$ 32.060.001
<b>INSUMOS</b>				
<b>Ropa de seguridad, herramientas menores</b>	gl/mes	10	\$ 280.000	\$ 2.800.000

<b>otros</b>	gl/mes	2	\$ 200.000	\$ 400.000
<b>Subtotal</b>				
SERVICIOS				
<b>Agua potable</b>	gl/mes	25	\$ 180.000	\$ 4.500.000
<b>Electricidad</b>	Kwh/mes	3.600	\$ 109	\$ 392.400
<b>Otros</b>	gl/mes	7	\$ 100.000	\$ 700.000
<b>Subtotal</b>				
MANTENIMIENTO GENERAL				
<b>Control de vectores sanitarios</b>	gl/mes	2	\$ 500.000	\$ 1.000.000
<b>Limpieza y mantenimiento de áreas comunes</b>	gl/mes	2	\$ 500.000	\$ 1.000.000
<b>Mantenimiento maquinaria</b>	%/mes	0,5	\$ 151.205.600	\$ 756.028
<b>Subtotal</b>				
Costos directos de administración				
(Teléfono, internet,seguros,etc.)	gl/mes	1	\$ 545.000	\$ 545.000
<b>TOTAL MENSUAL</b>				\$ 76.213.430
<b>TOTAL ANUAL</b>				\$ 914.561.160

### Financiamiento

Dentro de los lineamientos del programa de gobierno 2010-2014, se establece como acción prioritaria desarrollar una nueva visión en la gestión de residuos sólidos a partir de la política conocida como 3R: reducir, reciclar y reutilizar.

Dado lo anterior, es que la asignación de los recursos gubernamentales tendrá como prioridad el desarrollo de proyectos para el mejoramiento de la gestión ambiental de los residuos, a continuación se presentan los fondos a los que el centro pudiese postular para la construcción del centro.

### Plan de Acción Santiago Recicla

Es una iniciativa liderada por la CONAMA RM, la Intendencia Metropolitana de Santiago y Fundación Casa de la Paz, quienes en el contexto del "Plan Director de Residuos Sólidos" han promueven un manejo más eficiente y sustentable de los residuos en la región, destacando el reciclaje como un componente fundamental de la minimización de los residuos.

Esta iniciativa se plantea como meta aumentar el porcentaje de reciclaje de residuos sólidos domiciliarios de un 16% en la actualidad a un 25% al 2020, a través de impulsar y respaldar proyectos en estas líneas, para que obtengan recursos del FNDR.

Este Plan contempla la construcción de una serie de instalaciones que impulsen y fomenten el desarrollo del reciclaje en Chile, poniéndose como meta al 2020 la construcción de 10 Centros de clasificación de residuos y 1.000 Puntos Limpios.

El Centro de Clasificación propuesto para la zona Poniente a construirse en la comuna de Pudahuel, se enmarca dentro de uno de los 10 centros propuestos

### Financiamiento por venta de materiales y cuotas de reciclaje

Si bien es cierto, parte de los costos de inversión del Centro estarán financiados a través de fondos y programas, su mantención en el tiempo dependerá de la rentabilidad entre los ingresos recibidos por concepto de venta de materiales y cuotas de reciclaje y los egresos asociados a los costos de mantención.

De acuerdo al estudio del "Centro de Clasificación de Residuos Domiciliarios" se estima una cuota de reciclaje modesta de \$15 por kilogramo de residuos, los cuales serán incorporados a los ingresos del Centro para subsidiar los costos del reciclaje de los residuos.

A partir de la información de precios de venta, se realiza un cálculo aproximado de los ingresos que tendría el Centro por este concepto (Tabla 11-4).

Tabla 8: Cálculo aproximado de ingresos mensuales por venta de material

	<b>Kg/mes</b>	<b>\$Venta/Kg</b>	<b>Total</b>
		<b>mat</b>	
PAPEL			

<b>Diarios</b>	286.200	\$ 41	\$ 11.734.200
<b>Revistas</b>	135.000	\$ 41	\$ 5.535.000
<b>Papel blanco</b>	91.800	\$ 160	\$ 14.688.000
<b>Papel kraft</b>	27.000	\$ 40	\$ 1.080.000
<b>CARTON</b>			
<b>Cartón corrugado</b>	154.000	\$ 45	\$ 6.930.000
<b>Pulpa moldeada(ej:cajas de huevos)</b>	36.000	\$ 35	\$ 1.260.000
<b>Cartón liso/cartulina</b>	50.000	\$ 40	\$ 2.000.000
<b>PLASTICOS</b>			
<b>PET(1)/botellas</b>	152.000	\$ 210	\$ 31.920.000
<b>PEHD/bolsas de supermercado</b>	100.000	\$ 120	\$ 12.000.000
<b>PVC(3)recipientes domésticos</b>	29.000	\$ 160	\$ 4.640.000
<b>PELD bolsas delgadas</b>	439.000	\$ 15	\$ 6.585.000
<b>VIDRIO</b>			
<b>Vidrio transparente o blanco</b>	136.800	\$ 34	\$ 4.651.200
<b>Vidrio café</b>	14.400	\$ 28	\$ 403.200
<b>Vidrio verde</b>	88.800	\$ 28	\$ 2.486.400
<b>METALES</b>			
<b>Aluminio</b>	15.360	\$ 550	\$ 8.448.000
<b>Latas de aluminio</b>	44.640	\$ 560	\$ 24.998.400
<b>Total ingreso mensual venta material</b>			\$ 139.359.400
<b>Kg total reciclado/mes</b>			
	1.800.000		
<b>Total ingreso mensual</b>			\$ 139.359.400
<b>Total ingreso anual</b>			\$ 1.672.312.800

A partir de los cálculos realizados, podemos ver que la recaudación mensual por concepto de venta de material alcanza a cubrir los costos mensuales por concepto de operación, generando ganancias mensuales que podrán amortizar en el tiempo los costos de inversión del Centro.

Las ganancias generadas por concepto de venta de materiales y cuotas de reciclaje, podrán ser utilizadas para amortizar parte de la inversión, brindar incentivos a las viviendas participantes al reducir los costos de recolección de residuos y reinvertir en proyectos para aumentar la capacidad de la planta.

Tabla 9 Resumen total ingresos y costos del centro

Total Ingreso Anual	\$ 1.672.312.800
<b>INVERSIÒN</b>	
<b>Inversión inicial en maquinarias</b>	-\$ 209.446.664
<b>Inversiones construcción centro</b>	-\$ 1.332.107.841
<b>Compra terreno</b>	\$ 0
<b>Total Costos Inversión</b>	<b>-\$ 1.541.554.505</b>
<b>Total costos Mantención</b>	<b>-\$ 914.561.160</b>

Tabla 10 Estimación del plazo de amortización de los costos de inversión del centro

	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>
Total Ingreso anual	\$ 1.672.312.800	\$ 1.672.312.800	\$ 1.672.312.800	\$ 1.672.312.800	\$ 1.672.312.800
Total Costos					
Mantención	\$ - 914.561.160				
Ganancia Anual	\$ 757.751.640	\$ 757.751.640	\$ 757.751.640	\$ 757.751.640	\$ 757.751.640

### Gestión social

La construcción de un Centro de clasificación presenta un gran potencial de integración de personas marginadas del mundo laboral, ya sean de la tercera edad, discapacitados, mujeres y hombres con antecedentes penales o bajos niveles de educación, debido a la simpleza de las labores que aquí se realizan.

En general, los trabajos realizados en el centro no requieren exigencias físicas, ni altos niveles de educación y se pueden obtener ingresos comparables a los de un obrero en la construcción o una persona que realiza tareas domésticas.

A su vez, el Centro se plantea como un aula abierta para la concientización y educación ambiental de particulares y estudiantes a través de programas desarrollados por la municipalidad y recorridos por las instalaciones, para profundizar en la importancia del reciclaje y la protección del medio ambiente.

## **CONCLUSIONES**

De acuerdo a la revisión de antecedentes tanto de plantas de reciclaje, como de centros de clasificación, se ha logrado identificar los procesos que se llevan a cabo, la linealidad necesaria en cada material, como también se ha determinado las tecnologías empleadas.

Si bien es cierto que los paneles solares requieren de una fuerte inversión en un primer momento, luego sería una forma más de abaratar costos debido al aprovechamiento y almacenamiento de la energía.

La construcción del Centro debe diseñarse conforme a un concepto de sustentabilidad integral que no solo le permita aportar al medio ambiente a través de sus actividades, sino que también, el concepto, se replique en cada una de sus partes desde la extracción de las materias primas para su construcción hasta su demolición.

Dentro de los elementos fundamentales que le dan valor al proyecto como referente arquitectónico debemos considerar que este logra integrar no solo las variables clásicas de funcionalidad, programa, estructuras y construcción, sino que también de ahorro energético en procesos, gestión de recursos, educación ambiental y calidad del ambiente interior para sus trabajadores, variables que se integran cabalmente en el diseño arquitectónico.

Un circuito pedagógico hace visible a los ojos de los ciudadanos una actividad siempre invisible y apenas conocida pero esencial para la supervivencia de la ciudad.

Finalmente, solo resta mencionar que pudiesen existir otras alternativas a la problemática expuesta, pero esta solución satisface las necesidades y aporta en el diseño arquitectónico.

## **BIBLIOGRAFIA**

### **A. Libros**

- Ciudad Saludable. (2010). *Por la ruta del Reciclaje en Chile*. Santiago: Movimiento Nacional de Recicladores de Chile.
- Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA), 2010a. Primer reporte sobre manejo de residuos sólidos en Chile. Santiago, Chile: Conama. Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA), 2010b. Levantamiento, análisis, generación y publicación de información nacional sobre residuos sólidos de Chile. Santiago, Chile: Conama
- CONAMA, 1997. Tarificación diferenciada para la basura domiciliaria el manejo de residuos sólidos domiciliarios en base a la cantidad generada. Documento de Trabajo N°6. Serie Economía Ambiental. CONAMA, 1999. Política Regional sobre Gestión Integral de los Residuos Sólidos. CONAMA, 2000. Antecedentes para la Política Nacional sobre Gestión Integral de los Residuos Sólidos. CONAMA, 2000. Política Nacional sobre Gestión Integral de los Residuos Sólidos. CONAMA. 2002. Proyecto Reglamento Rellenos Sanitarios.
- Ley 18.695/1988, Ley Orgánica constitucional de Municipalidades
- Ministerio de Salud, 1967. Código Sanitario
- Comisión Nacional del Medio Ambiente. (2010). *Primer Reporte del Manejo de Residuos Sólidos en Chile*. Santiago.
- CONAMA Metropolitana de Santiago. (2005). *Sistemas de Reciclaje-Estudios de casos en la RM*. Santiago: María Eugenia Meza.

### **B. Tesis y Seminarios**

- Contreras, J. (2011). *Punto Limpio Educativo Castro - PLEC*. Santiago: Facultad de Arquitectura y Urbanismo Universidad de Chile.
- Urtubia, Natalia (2014). "Sistema de reciclaje orgánico vegetal para el interior del hogar a través del vermicompostaje". Memoria de Título de la Universidad de Chile, Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Santiago, Chile

-Meneses, Elba (2012).” Centro de Valorización de residuos domiciliarios para su reciclaje”. Memoria de Título de la Universidad de Chile, Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Santiago, Chile

-Bauer, H. (2008). *Reciclaje de Residuos electrónicos*. Santiago: Facultad de Arquitectura y Urbanismo Universidad de Chile.

E. Sitios Web

[www.buenosaires.gob.ar](http://www.buenosaires.gob.ar)

[www.conama.cl](http://www.conama.cl)

[www.gestorderesiduosmadrid.es](http://www.gestorderesiduosmadrid.es)

[www.mercabarna.es](http://www.mercabarna.es)

[www.nunoa.cl](http://www.nunoa.cl)

[www.mpudahuel.cl](http://www.mpudahuel.cl)

[www.plataformaurbana.cl](http://www.plataformaurbana.cl)

[www.tersa.cat](http://www.tersa.cat)

[www.vitacura.cl](http://www.vitacura.cl)

Sitio Oficial de Atisba - Centro de Proyectos y Estudios Urbanos, [www.atisba.cl](http://www.atisba.cl)

Sitio Oficial Sistema de Información Territorial, Región Metropolitana de Santiago, [otas.gorerm.cl](http://otas.gorerm.cl)