

PROYECTO FINAL DE INGENIERÍA

PLANTA PARA RECICLADO DE RSU DE BARRIOS CERRADOS

Capallo, Nahuel Néstor José – LU1037002

Ingeniería Industrial

Mammana, Federico Nicolás – LU1036278

Ingeniería Industrial

Tutor:

Bensi, Juan Francisco, UADE

Agosto 25, 2017



UADE

Agradecimientos

Nos gustaría que estas líneas sirvieran para expresar el más profundo y sincero agradecimiento a todas aquellas personas y organizaciones que con su ayuda han colaborado en la realización del presente trabajo suministrándonos los datos necesarios para su realización.

Un agradecimiento más que especial a nuestras familias por la motivación y el apoyo recibido a lo largo de estos años.

Por último, quisiéramos hacer extensiva nuestra gratitud a todos los profesores y compañeros que tuvimos a lo largo de carrera.

A todos ellos, muchísimas gracias.

Resumen

En la actualidad, tanto en Argentina como en el mundo la generación de Residuos Sólidos Urbanos es creciente, siendo su tratamiento un problema. La mejor salida para este problema es el reciclaje, ya que de esta forma no solo se reducen los residuos desechados sino que se le agrega valor a los residuos introduciéndolos nuevamente en el mercado, generando puestos de trabajo, ingresos y ahorro en materia prima.

Es importante que cada vez haya más empresas que pongan en práctica la *economía circular*, donde se busca minimizar la producción al mínimo indispensable, y apostar por la reutilización de los elementos que no son biodegradables. Para promover el reciclaje, el gobierno generó una resolución en la que obliga a los grandes generadores de RSU, como industrias, shoppings, grandes hoteles, mercados, cadenas de comidas rápidas, clubes de campo, countries y demás, a hacerse cargo de su transporte, separación y tratamiento. Es por esto que en nuestro proyecto se analiza la factibilidad de crear una empresa encargada del servicio de recolección para countries o barrios cerrados y el posterior tratamiento de los residuos recolectados.

A lo largo del proyecto se realiza el estudio técnico sobre los recorridos que se deben hacer dependiendo de la localización de la planta y sobre los diferentes procesos a realizar en ella. Se analizan las ventajas y desventajas de reciclar los diferentes tipos de residuos como también de enfocarse en la separación y clasificación de los mismos para su posterior venta.

Finalmente se hace el análisis económico-financiero del proyecto en su totalidad teniendo en cuenta todos los costos, ingresos y la financiación para poder decidir si es económicamente factible llevar a cabo el mismo.

Abstract

Nowadays, the generation of Urban Solid Waste (USW) is increasing, being its treatment a problem in Argentina and also, in the rest of the world. One of the best solutions to this problem is recycling, because on one hand it reduces waste, in the other it adds value to the waste by introducing it back into the market, generating new jobs and saving in raw material.

In order to implement recycling to a greater extent, the government created a resolution that obliges large USW generators, such as industries, malls, large hotels, markets, fast food chains, country clubs, countries and others, to take care of their USW transportation, separation and treatment. This is why our project analyzes the feasibility of creating a company in charge of the collection service for countries or closed neighborhoods and the subsequent treatment of the collected waste.

Along this project a technical study is carried out, taking into account the routes that must be followed depending on the location of the plant and on the different processes to perform in it. The advantages and disadvantages of recycling the different types of waste are analyzed also the possibility of the separation and classification of the same for later sale.

Finally, the economic-financial study of the project is made taking into account all costs, income and financing in order to decide its economic feasibility.

Contenidos

1.	Introducción.....	7
2.	Residuos	9
2.1.	Definición de RSU.....	9
2.2.	Clasificación de los RSU	10
2.3.	Aspectos generales de la composición los RSU.....	11
2.4.	Propiedades Fisicoquímicas de los RSU.....	14
2.5.	Estado de los materiales para ser vendidos al mercado de reciclaje	17
2.6.	Legislación argentina sobre la gestión de RSU.....	18
3.	Sistemas de tratamiento de RSU.....	20
3.1.	Tipos de tratamientos de residuos	20
3.1.1.	Tratamientos sin previa separación y procesado.....	21
3.1.2.	Tratamientos con previa separación y procesamiento.....	23
3.2.	Comparación de los principales procesos	33
3.3.	Elección del proceso: Separación de residuos.....	37
3.4.	Análisis FODA de la separación de residuos automatizada.....	38
4.	Localización.....	39
4.1.	Método de Ponderación	51
5.	Ingeniería del proceso	54
5.1.	Separación de residuos.....	54
5.2.	Tecnologías de plantas MRF.....	56
5.3.	Descripción del proceso	61
5.4.	Tratamiento de Efluentes	69
6.	Estudio de la recolección.....	71
7.	Layout	89
7.1.	Diseño	89
7.2.	Visualización de las etapas del proceso	91
7.3.	Ocupación del terreno de la planta	93
7.4.	Iluminación y consumo eléctrico de la planta.....	96
8.	Recursos Humanos.....	101
9.	Estudio económico-financiero	103
9.1.	Introducción al estudio económico-financiero.....	103
9.2.	Premisas	104
9.3.	Inversión.....	105
9.4.	Costos fijos.....	106
9.5.	Costos variables.....	108
9.6.	Coste promedio ponderado del capital (WACC).....	109
9.7.	Préstamo.....	110

9.8.	Ingresos	112
9.9.	Flujo de fondos	113
9.10.	Análisis de sensibilidad.....	117
10.	Conclusiones.....	119
11.	Bibliografía.....	121
12.	Anexos.....	123
12.1.	Mapa de recicladores	123
12.2.	Ficha técnica de máquinas.....	124
12.3.	Capacidad teórica de las máquinas.....	130
12.5.	Tablas para cálculo de iluminación.	131
12.6.	Precio venta de los residuos	132

1. Introducción

Desde el momento en que las personas se reunieron por primera vez para vivir en comunidades, la eliminación de desechos sólidos ha sido un problema. Este problema ha crecido a lo largo de los años mientras la civilización ha ido avanzando. En la actualidad, los desechos sólidos son uno de los mayores problemas que hay en el mundo. No sólo es peligroso para las personas, sino también lo es para todas las plantas y animales que habitan en nuestro planeta. El aumento de la población y la urbanización es, en gran parte el responsable del aumento de los residuos sólidos. Enormes montañas de residuos sólidos son producidas cada día por nuestra sociedad de consumo. Se estima que entre 7 y 10 mil millones de toneladas de residuos sólidos se producen cada año en el mundo.

Los Residuos Sólidos Urbanos (RSU) son materiales no deseados arrojados en forma sólida, procedentes de actividades comunitarias normales. Son una mezcla de materiales simples y complejos. La mayoría de los RSU se componen de los siguientes: orgánicos, papeles y cartones, plásticos, metales, madera y textiles.

Los materiales por los que están compuestos tienen diferentes propiedades. Algunos de ellos no son muy peligrosos para la naturaleza, pero otros sí. Algunos son fácilmente degradados por la naturaleza, pero otros no. Los materiales orgánicos pueden ser aniquilados por la naturaleza rápida y fácilmente, pero otros materiales como el plástico tardan demasiado en desintegrarse. Por ejemplo, una servilleta de papel se degrada en tres meses pero, en cambio el coque, muy utilizado en la industria siderúrgica, se descompone en diez años o una botella de vidrio que tarda muchísimo más tiempo en descomponerse, aproximadamente unos cuatro mil años.

En la actualidad, a nivel mundial, se está buscando optimizar el tratamiento de los RSU, por lo que se están desarrollando nuevos sistemas de reciclado y separación de los mismos. La mala gestión de estos ha provocado muchos problemas como incendios, zonas de concentración de roedores e insectos, olores molestos así como la contaminación del aire, suelos y aguas que ponen en riesgo la salud de la población.

El reciclaje es un proceso cuyo objetivo es convertir desechos en nuevos productos o en materia para su posterior utilización. Su objetivo es poder vivir en un ambiente

no contaminado y disminuir el uso de fuentes ambientales. El papel, el vidrio y el metal se pueden usar una y otra vez disminuyendo la cantidad de contaminación en el mundo y evitando que las fuentes naturales no se consuman demasiado. Además, el reciclaje evita las emisiones de muchos gases de efecto invernadero y contaminantes del agua, ahorra energía, suministra materias primas valiosas a la industria, crea empleos, estimula el desarrollo de tecnologías verdes, conserva los recursos para las generaciones futuras y reduce la necesidad de nuevos vertederos dejando más disponibles para la agricultura. Hay muchas técnicas de reciclaje, recuperación y reutilización que previenen los problemas de desechos sólidos. Todas ellas presentan ventajas y desventajas que han de tener que ser en cuenta para poder implementarlas correctamente.

El tratamiento de los RSU comienza en el punto de consumo, con la recuperación de los desechos. En nuestro país se está avanzando legalmente con la creación de nuevas leyes que refieren a esto sin embargo, por el momento no hay una reglamentación nacional vigente con respecto a la recolección y clasificación de los RSU. Por eso se decidió centrarse en los residuos de barrios cerrados¹, ya que estos tienen reglamentos internos, además que en los municipios de concentración de los mismos obliga a que estos barrios traten adecuadamente sus residuos. También, a priori nos pareció un buen objetivo para empezar a implementar nuestro proyecto de tratamiento de los RSU.

Existe una necesidad en el país de optimizar la gestión de los RSU por lo que se buscará a lo largo de este proyecto, proponiendo soluciones innovadoras, aportar a la mejora del tratamiento de los RSU.

¹ Forma especial de barrio residencial, cuyo ordenamiento y vialidad es de orden privado, contando además con un perímetro definido por muros o rejas y con entradas controladas por un servicio de seguridad, el cual se encarga de comprobar la identidad de los visitantes y anunciarlos. En Argentina también se los llama *countries*.

2. Residuos

2.1. Definición de RSU

Los Residuos Sólidos Urbanos (RSU) son aquellos desperdicios originados por los usos residenciales, comerciales e institucionales y por el barrido y demás operaciones de aseo del espacio público. También, los originados por las industrias y los establecimientos de salud, siempre y cuando, no tengan características tóxicas ni peligrosas. Incluye los desechos líquidos contenidos en los residuos sólidos, pero no incluye las aguas.

Por lo tanto, no se consideran RSU a los residuos patogénicos, peligrosos y/o radiactivos cómo así tampoco, a los residuos derivados de las operaciones normales de los barcos y aeronaves.

2.2. Clasificación de los RSU

Los Residuos Sólidos Urbanos están conformados por diferentes tipos de materiales, no obstante se pueden dividir en dos grandes categorías:

- **Orgánicos**: Aquellos restos resultantes de la elaboración de comidas y también remanentes vegetales y animales (huesos, verduras, frutas). Se descomponen rápidamente, con fuertes olores, y son un ambiente propicio para el desarrollo de bacterias. Atraen a roedores, insectos y también a animales domésticos como gatos y perros, que son potenciales vectores de enfermedades.
- **Inorgánicos**: Son los residuos que no derivan de seres vivos si no de elementos industrializados como plásticos, vidrios, papeles, latas, textiles, etc. Generalmente provienen del desecho de envases y embalajes de productos comerciales.

2.3. Aspectos generales de la composición los RSU

Las proporciones de los diferentes materiales que integran los residuos sólidos varían según el lugar y en el ámbito donde se realice el estudio estadístico.

La empresa CEAMSE² brinda detalles de estas proporciones a través de un estudio estadístico que engloba la población del Área Metropolitana de Buenos Aires (AMBA). Para dicho estudio se muestrearon 321 unidades muestrales primarias, distribuidas de la siguiente manera: 135 de las unidades se encontraban en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y las 186 restantes, en diferentes partidos del AMBA. Las unidades muestrales primarias fueron elegidas en base a rutas de recolección de empresas que prestan servicios en los partidos del Área Metropolitana.

En la tabla mostrada a continuación se presentan los valores obtenidos sobre la Composición Física de las muestras de residuos domiciliarios mencionadas.

TABLA I: Composición de RSU en el AMBA

Componentes	Composición total
Papeles y cartones	16,64%
Diarios y revistas	4,58%
Papeles de oficina (Alta calidad)	0,39%
Papel mezclado	7,60%
Cartón	3,60%
Envases Tetrabrick	0,46%
Plásticos	18,54%
PET	2,22%
PEAD	2,71%
PVC	0,00%
PEBD	8,10%
PP	3,63%
PS	1,79%
Otros	0,07%
Vidrio	3,09%
Verde	1,75%
Ámbar	0,36%
Blanco	0,97%

² La Coordinación Ecológica Área Metropolitana Sociedad del Estado (CEAMSE) es una empresa pública encargada de la gestión de residuos sólidos urbanos del Gran Buenos Aires, incluyendo la Ciudad de Buenos Aires y 34 partidos de su conurbano

Plano	0,01%
Metales Ferrosos	1,16%
Metales No Ferrosos	0,25%
Materiales Textiles	4,59%
Madera	0,67%
Goma, cuero, corcho	0,54%
Pañales Descartable y Apósitos	4,44%
Materiales de Construcción y Demolición	1,81%
Residuos de Poda y jardín	6,03%
Residuos Peligrosos	0,00%
Residuos patógenos	0,00%
Medicamentos	0,01%
Desechos Alimenticios	41,55%
Misceláneos Menores a 25,4 mm	0,42%
Aerosoles	0,06%
Pilas	0,00%
Material Electrónico	0,12%
Otros	0,10%
TOTAL	100,00%
Peso volumétrico (Tn/m3)	0,255

Fuente: CEAMSE

A partir de los datos citados anteriormente, desarrollaremos este proyecto. Si bien sabemos que las proporciones de los componentes que integran la basura en los barrios cerrados no coinciden completamente con estos valores, consideramos que es una muy buena aproximación para realizar nuestro análisis.

Los principales factores que afectan la composición de los residuos sólidos son la climatología de la zona, actividad de la población y el nivel socio económico de la población en cuestión, pero consideramos que el estudio realizado por el CEAMSE se ha basado en diferentes barrios muy variados entre sí. Consideramos que la variación con nuestra población de estudio (habitantes de un country) es poco significativa y los datos publicados por la empresa, son suficientes para el alcance de nuestro proyecto.

Es frecuente englobar los diferentes componentes de la basura en tres grupos diferenciados:

- **Orgánicos:** restos de comida, jardinería y otros materiales fermentables. Constituyen el componente principal, disminuyendo su fracción en las zonas más desarrolladas.
- **Combustibles:** Suelen ser los de mayor poder calorífico. Los componen papeles, cartones, plásticos, gomas, tejidos, maderas, cueros...
- **Inertes:** se consideran los metales, vidrios, escombros y escorias, entre otros.

Tabla II: Grupos de RSU

<u>MATERIA ORGÁNICA</u>	<u>48.9</u>
<u>MATERIA COMBUSTIBLE</u>	<u>36.5</u>
<u>INERTES</u>	<u>14.6</u>

Fuente: CEAMSE

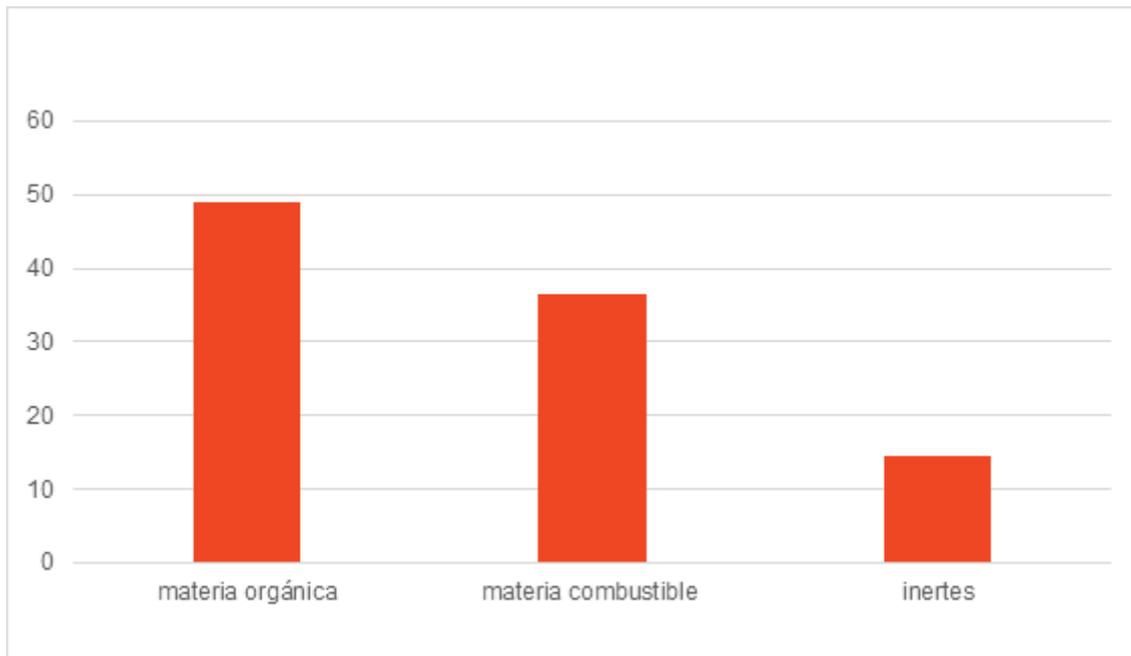


Figura 1: Gráfico de grupos de RSU

2.4. Propiedades Fisicoquímicas de los RSU

Las *propiedades físicas* más relevantes de los RSU son: densidad, granulometría y humedad.

- **Humedad:** Está presente en todos los RSU, y oscila alrededor del 30% en peso, con un margen que puede situarse entre el 20 y el 50%. Se encuentra en mayor cantidad en las fracciones orgánicas, y con menor, los productos sintéticos. Esta característica debe tenerse en cuenta en los procesos de transporte, compresión de residuos, procesos de transformación, procesos de separación de residuos, tratamientos de incineración y en la recuperación energética.

En los residuos urbanos, la humedad tiende a resultar homogénea y unos productos ceden humedad a otros. Esta se debe a la degradación de ciertos productos como el papel, que absorbe humedad de los residuos orgánicos perdiendo así sus características principales y valor en los procesos mecánicos de reciclaje sobre el reciclado en origen, que evita este contacto.

El contenido en humedad se determina a través del siguiente estudio: se toma una muestra de 1 o 2 Kg y se la calienta a 80 °C (deseccación) durante 24 horas. Transcurrido éste tiempo, se realizan las medidas de peso. Puede expresarse en base seca (tomando el denominador el valor del peso inicial) o húmeda (donde el denominador toma el valor del peso final) conforme a la siguiente fórmula:

$$Humedad(\%) = \frac{W_i - W_f}{W_i} \cdot 100 \quad (1)$$

Tabla III: Humedad en RSU

Componentes	Humedad en %	
	Sin mezclar	Mezclados
Orgánicos	68	65
Papel y cartón	12	24
Plásticos	1	2
Textiles	12	19
Vidrio	2	3
Metales	2	2

Fuente: La Enciclopedia del Medio Ambiente Urbano

- **Densidad:** La densidad de los RSU es fundamental para dimensionar los recipientes de pre recogida tanto de los hogares como de la vía pública. Es un factor básico que marca los volúmenes de los equipos de recogida y transporte, tolvas de recepción, cintas, capacidad de vertederos, etc. Este soporta grandes variaciones según el grado de compactación al que están sometidos los residuos. La reducción de volumen tiene lugar en todas las fases de la gestión de los residuos y se utiliza para optimizar la operación, ya que el gran espacio que ocupan es uno de los problemas fundamentales en estas operaciones.

Primero, en el hogar al ser introducidos en una bolsa, luego, dentro del contenedor al estar sometidos al peso de otras bolsas, en los vehículos compactadores, y por último en los tratamientos finales.

El valor de densidad unitario de cada producto que conforma la mezcla nos indica que el valor global de la misma será proporcional. Ya que por ejemplo en los hogares estos son muy superiores, debido a los espacios inutilizados en los recipientes como las botellas sin aplastar o cajas sin plegar.

Sin embargo, mientras se agrupan más residuos de forma homogénea, se acercarán más a sus valores medios teóricos, para residuos sin compactar de 80 kg/m³ con variaciones importantes de acuerdo a la composición concreta de los residuos. Sobre estos valores teóricos de peso específico, se deberán tener en cuenta importantes reducciones o aumentos según el estado de presentación o de manipulación de estos.

- **Granulometría.** El grado de segregación de los materiales y el tamaño físico de los componentes de los RSU, constituyen un valor de suma importancia para el dimensionamiento de los procesos mecánicos de separación y, para definir cribas, trómeles y elementos que basan su separación exclusivamente en el tamaño. Las operaciones de recogida afectan al tamaño por efecto de la compresión o de mecanismos trituradores. En cada caso es preciso efectuar los análisis adecuados para acercarse a la realidad de cada circunstancia, al objetivo propuesto. La heterogeneidad, tiene tres aspectos que deben ser tenidos en cuenta:

- La heterogeneidad dimensional desde los objetos finos a los más grandes determina el proceso o maniobra a utilizar. Algunas

instalaciones están equipadas con trituradores sencillos destinados a reducir el tamaño de los objetos demasiado voluminosos y susceptibles a crear problemas de explotación.

- Los diferentes grados de compactación, es un problema a tener en cuenta si se desea incinerar los RSU ya que dan lugar a tiempos de combustión desiguales y a dificultades para obtener la mezcla aire-combustible necesario.
- Las diferencias de composición también representan un factor importante para determinar la cantidad de aire necesaria.

Además de éstos parámetros generales (peso específico, granulometría y humedad), existen otros como pueden ser la humedad total que puede ser retenida por una muestra de residuo, la permeabilidad o la relación carbono-nitrógeno (importante en los procesos de compostaje).

Las *propiedades químicas* de los RSU son factores condicionantes para los procesos de recuperación y tratamiento final. El poder calorífico es de suma importancia en los procesos de recuperación energética, al igual que el porcentaje de cenizas producido en estos. Otras características como la presencia de productos tóxicos, metales pesados, elementos inertes, etc. Son datos muy útiles para diseñar soluciones adecuadas en los procesos de recuperación y para establecer las adecuadas precauciones higiénicas y sanitarias.

Como consecuencia de la enorme variabilidad que experimenta la composición de los residuos sólidos urbanos, la composición química resultante de su conjunto también es muy variable.

Las instalaciones de incineración y posterior recuperación energética deben ser diseñadas en base a los parámetros y propiedades calorimétricas de los RSU, ya que la maquinaria a utilizar dependerá del poder calorífico de la totalidad de los RSU.

2.5. Estado de los materiales para ser vendidos al mercado de reciclaje

Las materias primas que se obtienen de la basura deben cumplir con ciertos requisitos para ser revendidos a la industria. Para aumentar la rentabilidad, los materiales reciclables deben tener calidad y sin contaminantes. Alex Dubanowitz en su tesis “*Design of a Materials Recovery Facility (MRF) For Processing the Recyclable Materials of New York City’s Municipal Solid Waste*”) describe los requisitos que le agregan valor a los materiales, y las especificaciones que el mercado pide.

La siguiente tabla, extraída y traducida del trabajo de Dubanowitz, ilustra dichas cualidades y aptitudes de manera resumida.

Tabla IV: Especificaciones del mercado

Papel	<ul style="list-style-type: none"> • Separado por grado • Embalado o suelto • Seco o con poca humedad • Limpios o con algún grado de contaminación
Metales ferrosos	<ul style="list-style-type: none"> • Aplanado, sin aplanar o desmenuzado • Etiquetas eliminadas o no retiradas • Limpios o con algún grado de contaminación • Incluyendo bimetales o no incluyendo bimetales • Suelto, embalado o densificado.
Aluminio	<ul style="list-style-type: none"> • Aplanado, desmenuzado, embalado o densificado • Libre de humedad, suciedad, papel aluminio, plomo, vidrio, etc.
Plásticos	<ul style="list-style-type: none"> • Embalado, granulado o suelto • Separado por tipo de color o mixto. • Con o sin tapas
vidrios	<ul style="list-style-type: none"> • Separado por tipo de color o mixto. • Tamaño de desperdicio calculado. • Grado de contaminación.

Fuente: “*Design of a Materials Recovery Facility (MRF) For Processing the Recyclable Materials of New York City’s Municipal Solid Waste*” de Alex Dubanowitz

2.6. Legislación argentina sobre la gestión de RSU

A continuación exponemos de manera resumida las principales leyes que existen en Argentina con respecto al tratamiento de los residuos sólidos urbanos para el ámbito nacional y que se tuvieron en cuenta para realizar este proyecto.

Artículo 41 de La Constitución Nacional: *“Todos los habitantes gozan del derecho a un ambiente sano, equilibrado, apto para el desarrollo humano y para que las actividades productivas satisfagan las necesidades presentes sin comprometer las de las generaciones futuras; y tienen el deber de preservarlo. El daño ambiental generará prioritariamente la obligación de recomponer, según lo establezca la ley. Las autoridades proveerán a la protección de este derecho, a la utilización racional de los recursos naturales, a la preservación del patrimonio natural y cultural y de la diversidad biológica, y a la información y educación ambientales. Corresponde a la Nación dictar las normas que contengan los presupuestos mínimos de protección, y a las provincias, las necesarias para complementarlas, sin que aquellas alteren las jurisdicciones locales.”*

Ley General del ambiente (Ley Nacional 25.675/02): *“Se prohíbe el ingreso al territorio nacional de residuos actual o potencialmente peligrosos, y de los radiactivos.”*

La presente ley establece los presupuestos mínimos para el logro de una gestión sustentable y adecuada del ambiente, la preservación y protección de la diversidad biológica y la implementación del desarrollo sustentable.

Ley de Gestión de Residuos Sólidos Domiciliarios (Ley 25.916 promulgada en el año 2004): Establece presupuestos mínimos de protección ambiental para la gestión integral de residuos domiciliarios. Disposiciones generales. Autoridades competentes. Generación y Disposición inicial. Recolección y Transporte. Tratamiento, Transferencia y Disposición final. Coordinación interjurisdiccional. Autoridad de aplicación. Infracciones y sanciones. Disposiciones complementarias.

Seguidamente, enumeraremos las leyes correspondientes a la Provincia de Buenos Aires, ya que nuestro trabajo incorpora en la muestra al Área Metropolitana de Buenos Aires.

Ley de gestión integral de residuos sólidos urbanos (ley 13592): La presente Ley tiene como objeto fijar los procedimientos de gestión de los residuos sólidos urbanos, de acuerdo con las normas establecidas en la Ley Nacional N° 25.916 de “*presupuestos mínimos de protección ambiental para la gestión integral de residuos domiciliarios*”.

Decreto-Ley 9111/78: La disposición final de los residuos se efectuará exclusivamente por el sistema de relleno sanitario y se efectuara únicamente por medio del CEAMSE. Los municipios comprendidos por esta ley, son los siguientes: Vicente López, San Isidro, San Fernando, Tigre, General Sarmiento, General San Martín, Tres de Febrero, Morón, Merlo, Moreno, La Matanza, Esteban Echeverría, Almirante Brown, Lomas de Zamora, Quilmes, Avellaneda, Lanús, Florencio Varela, **Berazategui**, Berisso, Ensenada y La Plata.

Ley 1142/02: Resulta conveniente brindar a los Municipios, no comprendidos en el ámbito de aplicación del Decreto-Ley N° 9.111/78, una adecuada información relacionada con las tecnologías de recolección, tratamiento, transporte y disposición final de residuos sólidos urbanos.

A los efectos de unificar un centro actualizado de información en la materia resulta necesario crear el Registro Provincial de Tecnologías de Recolección, Tratamiento, Transporte y Disposición Final de Residuos Sólidos Urbanos, en función de lo cual deben establecerse pautas y normas de procedimiento para la inscripción de las tecnologías respectivas.

Plan de Gestión de Residuos Sólidos Urbanos para Clubes de Campo y Barrios Cerrados (Resolución N° 137/13): De acuerdo con el principio de progresividad, los emprendimientos urbanísticos denominados Clubes de Campo y Barrios Cerrados, instalados en el ámbito del Área Metropolitana de Buenos Aires, deben implementar un Plan de Gestión diferenciada de los Residuos Sólidos Urbanos, comprometiéndose a hacerse cargo de su separación en origen y transporte de la fracción reciclable para su tratamiento.

3. Sistemas de tratamiento de RSU

3.1. Tipos de tratamientos de residuos

Una vez recogidos los residuos, el siguiente paso en el sistema de gestión es su tratamiento final. Esto comprende a la recuperación y/o la eliminación de los residuos. Esta fase concentra todos los procesos de transformación, ya sean mecánicos, químicos, biológicos o de recuperación energética utilizados para valorizar los residuos. También se encuentran incluidos los procedimientos que se emplean para el vertido final de los restos no recuperados y de los rechazos de los procesos anteriores.

A continuación se ofrece una descripción de los procesos de disposición y tratamiento más habituales. Los dos primeros que se describen no necesitan de una previa separación y procesado, en cambio los siguientes, si lo requieren.

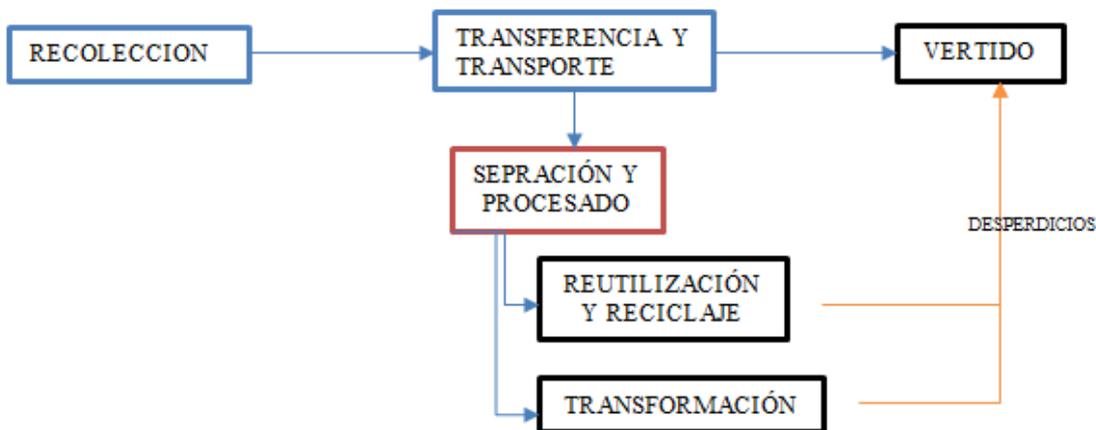


Figura 2: Diagrama de tratamientos de residuos.

3.1.1. Tratamientos sin previa separación y procesado

Vertido sin control: Consiste en la acumulación de residuos sin ningún tipo de tratamiento a cielo abierto. Aunque es la forma más antigua y más económica, de deshacerse de los residuos, no es aceptable desde el punto de vista ambiental y de salud humana. En Argentina son ilegales.

En estos vertederos proliferan animales y microorganismos, al mismo tiempo que se generan productos de descomposición que contaminan el suelo, el aire e incluso aguas subterráneas. Otras contrariedades son los malos olores, la contaminación visual y los posibles incendios que podrían ocasionarse.

Vertido controlado o relleno sanitario: Se denomina vertido controlado cuando se toman las medidas necesarias para evitar todo aquello que pueda resultar nocivo, molesto y que pueda desencadenar en un deterioro del medio ambiente.

Es la técnica de eliminación más utilizada en Argentina ya que permite una eliminación final y completa de los residuos con la posibilidad de implantación de técnicas de reciclaje complementarias en la zona de vertedero.

Consiste en el almacenamiento de residuos en terrenos amplios que se excavan y se rellenan con capas alternativas de basura y de tierra compactadas.

En este tipo de tratamiento resulta fundamental la elección de un terreno adecuado desde el punto de vista hidrogeológico, con capacidad suficiente y buenas comunicaciones. Los vertederos controlados pueden ser de varios tipos según el tratamiento a que se sometan los residuos:

- de baja densidad: Los residuos se someten a una compactación ligera obteniendo una densidad media de 600 Kg/m³.

- de media densidad: Los residuos son compactados hasta una densidad media de 750 Kg/m³, cubriéndolos con una mayor periodicidad.

- De alta densidad: los residuos son tratados con maquinaria pesada que los tritura y compacta llegándose a obtener densidades medias de 1100 Kg/m³. En este tipo de vertederos no se necesita cubrición.

El lugar de depósito de los vertidos debe cumplir una serie de requisitos de los cuales destacamos los siguientes:

- Necesidad de impermeabilización: con el fin de proteger las aguas subterráneas de filtraciones. La impermeabilización no es un requisito imprescindible; puede evitarse cuando se considere que el suelo de asiento sea impermeable o cuando no existan cauces de aguas subterráneas en las proximidades. La impermeabilización se realiza mediante revestimientos bituminosos o de alquitrán o bien mediante materias sintéticas (telas plásticas).

- Recogida de lixiviados: Los lixiviados se recogen a través de drenajes subterráneos para su posterior evacuación a colector o planta de tratamiento o para su tratamiento in situ.

- Recogida de gases procedentes de las fermentaciones mediante tubos perforados introducidos en la capa de residuos. El gas recuperado (biogás) puede utilizarse para la generación de energía.

Las reacciones que ocurren en el vertedero son las siguientes:

- Formación de gases: como consecuencia de las fermentaciones, tiene lugar la producción de gas. Este tiene una composición aproximada del 50% en CH_4 y 50% de CO_2 . La formación de gas depende, entre otros factores, del contenido en materia orgánica de los residuos, de la edad de los residuos, de la humedad de los mismos y del pH. El poder calorífico del gas generado tiene un valor medio de 4200 Kcal/m³.
- Formación de lixiviados: El lixiviado es el residuo líquido generado en un vertedero. Su origen es doble:

Aguas de percolación: el agua de origen exterior, generalmente procedente de la lluvia, percola por el vertedero, dando como resultados la salida de aguas cargadas de contaminantes orgánicos e inorgánicos.

Aguas de generación: los procesos de fermentación que ocurren en el interior de los residuos producen la generación de aguas que percolan de forma similar al caso anterior.

3.1.2. Tratamientos con previa separación y procesamiento

- **Tratamientos de transformación**



Figura 3: Central incineradora UNESA

A. **Incineración:** Los residuos son recogidos y entregados a la planta donde se almacenan en grandes fosas. Es importante que la calidad quede uniforme, es por eso que dentro de las fosas se mezclan los desechos.

Usando grandes pinzas se transfiere la mezcla de residuos a las tolvas de los hornos donde se incineran en las rejillas. Este es un proceso continuo de veinticuatro horas al día. Las temperaturas varían entre los 1000° C y 1200° C asegurándose de que todos los residuos son quemados.

El residuo que queda debajo se llama ceniza de fondo y no es un producto contaminante ni peligroso. De esta ceniza se separan los metales y se envían para reciclaje y el resto generalmente es utilizado para la industria de la construcción usándose para hacer concreto o asfalto.

Los gases de combustión producidos se usan en la caldera. Se captura la energía térmica haciendo que el agua que circula por la caldera evapore formando vapor sobrecalentado. Luego pasa hacia la turbina a muy alta presión haciendo que los alabes que se encuentran dentro de la misma, empiecen a girar a alta velocidad moviendo un generador, transformándola en energía a eléctrica.

Después de pasar por la caldera, los gases pasan por diferentes etapas de purificación y el agua a una planta de tratamiento.

B. Producción de abono o compost: El compostaje es un proceso de descomposición biológica, por vía aerobia (en presencia de oxígeno), de la materia orgánica contenida en los residuos en condiciones controladas. Las bacterias actuantes son termófilas, desarrollándose el proceso a temperaturas comprendidas entre 50-70°C, lo que produce la eliminación de los gérmenes patógenos y la inocuidad del producto. El material resultante del proceso, llamado compost, no es enteramente un abono, aunque contiene nutrientes (nitrógeno, fósforo y potasio) y oligoelementos (manganeso, cobre, hierro), sino más bien, un regenerador orgánico del terreno, razón por la que se denomina abono orgánico.

Las plantas de compostaje son rentables a partir de 300 Tn/día, y se considera que no se deben montar plantas para producciones menores a esta cantidad.

Propiedades del compost

- Mejora las propiedades físicas del suelo. La materia orgánica favorece la estabilidad de la estructura de los agregados del suelo agrícola, reduce la densidad aparente, aumenta la porosidad y permeabilidad, y aumenta su capacidad de retención de agua en el suelo. Se obtienen suelos más esponjosos y con mayor retención de agua.
- Mejora las propiedades químicas. Aumenta el contenido en macronutrientes N, P, K, y micronutrientes, la capacidad de intercambio catiónico (C.I.C.) y es fuente y almacén de nutrientes para los cultivos.
- Mejora la actividad biológica del suelo. Actúa como soporte y alimento de los microorganismos ya que viven a expensas del humus y

contribuyen a su mineralización. La población microbiana es un indicador de la fertilidad del suelo.

El proceso del compostaje puede dividirse en cuatro períodos, atendiendo a la evolución de la temperatura:

Mesolítico. La masa vegetal está a temperatura ambiente y los microorganismos mesófilos se multiplican rápidamente. Como consecuencia de la actividad metabólica la temperatura se eleva y se producen ácidos orgánicos que hacen bajar el pH.

Termofílico. Cuando se alcanza una temperatura de 40°C, los microorganismos termófilos actúan transformando el nitrógeno en amoníaco y el pH del medio se hace alcalino. A los 60°C estos hongos termófilos desaparecen y aparecen las bacterias esporígenas y actinomicetos. Estos microorganismos son los encargados de descomponer las ceras, proteínas y hemicelulosas.

De enfriamiento. Cuando la temperatura es menor de 60°C, reaparecen los hongos termófilos que reinvasen el mantillo y descomponen la celulosa. Al bajar de 40°C los mesófilos también reinician su actividad y el pH del medio desciende ligeramente.

De maduración. Es un período que requiere meses a temperatura ambiente, durante los cuales se producen reacciones secundarias de condensación y polimerización del humus.

C. Reutilización y reciclaje

De esta clase de procesos se estudiaron el reciclaje de PET³ y de papel ya que son los materiales inorgánicos más abundantes que se encuentran en la basura producida en los barrios cerrados.

PET: Para conocer sobre el proceso de reciclado del PET fuimos a visitar la planta Reciclar S.A. ubicada en la ciudad de Sarandí, partido de Avellaneda. Allí nos contaron del proceso que realizan.

³ PET significa tereftalato de polietileno, este es un polímero que se forma combinando dos monómeros llamados etilenglicol modificado y ácido tereftálico purificado. El PET es un material normalmente utilizado para envasar productos alimenticios, cosméticos, limpiadores, aceites o productos farmacéuticos. Esto se debe a su resistencia, estabilidad térmica, transparencia, bajo costo, confiabilidad y porque es reciclable.

En lo que concierne al reciclado de plásticos corresponden dos grandes grupos de procesos, los mecánicos y los químicos.

Los procesos mecánicos se caracterizan por ser mucho más baratos pero exigen de una limpieza previa de los residuos a reciclar. La calidad del material resultante será en función de dicha limpieza. Sin embargo, estos procesos tienen una limitación, sólo se puede trabajar con termoplásticos.

Los procesos químicos son más sofisticados y con un mayor costo, pero de mejor calidad. No se requiere separar los diferentes tipos de plásticos, ni tampoco se requiere una limpieza tan exhaustiva como en el reciclado mecánico. Existen diferentes tipos de procesos químicos, los más conocidos son:

Pirólisis: Es el craqueo de las moléculas por calentamiento en el vacío. Este proceso genera hidrocarburos líquidos o sólidos que pueden ser luego procesados en refinerías. En el caso del PET, su pirólisis genera carbón activado.

Hidrogenación: En este caso los plásticos son tratados con hidrógeno y calor. Las cadenas poliméricas son rotas y convertidas en un petróleo sintético que puede ser utilizado en refinerías y plantas químicas.

Gasificación: Los plásticos son calentados con aire o con oxígeno. Así se obtienen los siguientes gases de síntesis: monóxido de carbono e hidrógeno, que pueden ser utilizados para la producción de metanol o amoníaco o incluso como agentes para la producción de acero en hornos de venteo.

Chemolysis: Este proceso se aplica a poliésteres, poliuretanos, poliacetales y poliamidas. Requiere altas cantidades separadas por tipo de resinas. Consiste en la aplicación de procesos solvolíticos como hidrólisis, glicólisis o alcoholisis para reciclarlos y transformarlos nuevamente en sus monómeros básicos para la repolimerización en nuevos plásticos.

Metanólisis: Es un avanzado proceso de reciclado que consiste en la aplicación de metanol en el PET. Este poliéster (el PET), es descompuesto en sus moléculas básicas, incluido el dimetiltereftalato y el etilenglicol, los cuales pueden ser luego repolimerizados para producir resina virgen. Varios productores de polietileno tereftalato están intentando desarrollar este proceso para utilizarlo en las botellas de bebidas carbonatadas. Las

experiencias llevadas a cabo por empresas como Hoechst-Celanese, DuPont y Eastman han demostrado que los monómeros resultantes del reciclado químico son lo suficientemente puros para ser reutilizados en la fabricación de nuevas botellas de PET.

La principal ventaja que tienen respecto de los procesos mecánicos es que estos sí pueden reciclar los materiales termoestables, debido a que se destruye la cadena de monómeros, volviendo la materia a un estado básico.

Etapas del reciclado mecánico

Se define “reciclado mecánico” al proceso físico-mecánico mediante el cual el plástico post-consumo, post-industrial (scrap) o proveniente del agro es recuperado, permitiendo su posterior utilización. El proceso es indistinto para cualquier tipo de plástico. Puede ser utilizado para reciclar PET o cualquier otro termoplástico.

Las etapas son:

- I. Recolección
- II. Separación manual
- III. Molienda
- IV. Separación por densidad
- V. Lavado
- VI. Secado
- VII. Embolsado
- VIII. Control de calidad
- IX. Almacenado

I. Recolección.

A partir de la recolección diferenciada de residuos. En los hogares se deben separar los residuos en dos grupos básicos: por un lado residuos orgánicos (también denominados húmedos) y por otro, los inorgánicos (también denominados secos). En la bolsa de los residuos orgánicos van por ejemplo los restos de comida o de jardín y, en la de inorgánicos, van los metales, madera, plásticos, vidrio, aluminio, etcétera. Estas dos bolsas se colocan en la vía pública, y son recolectadas en forma diferenciada.

Luego de la recolección del material se efectúa una clasificación por tipo de plástico y color. A las botellas se las clasifica en PET cristal, celeste o verde y se las comprime en fardos, para disminuir su volumen.

II. Separación manual.

Una vez que los fardos ingresan a la planta, se procede a cargarlos en una rompedora de fardos (máquina que utilizan tornillos sin fin para desarmar los fardos y soltar las botellas allí comprimidas) utilizando un auto elevador. Las botellas caen sobre una cinta transportadora, alrededor de la cual hay operarios que se encargan de quitar las tapas de las botellas. Cada operario tiene a su alcance un tacho o depósito donde almacena las tapas de las botellas. También hay personal dedicado a separar piedras y fragmentos metálicos que pueden dañar las máquinas.

La etapa de separación llevada a cabo en la empresa es clave, ya que si no se realiza de manera satisfactoria, el producto final (escamas de RPET) estará mezclado con restos de otros plásticos o materiales.

III. Molienda.

Las botellas, ya sin sus tapas, se mueven a través de una cinta transportadora para llegar a la tolva de un molino, que usando cuchillas giratorias, trituran las botellas de PET. Como resultado de este proceso se obtienen escamas de plástico con diferentes tamaños y mezcladas con restos o trazas de otros materiales (arenilla, tierra o partículas metálicas).

IV. Separación por densidad.

En esta etapa se separan las trazas remanentes de otros materiales presentes, como por ejemplo pequeños objetos metálicos u otras partículas que puedan perjudicar la calidad final del producto obtenido. Aprovechando que los diferentes materiales tienen distintas densidades, se utiliza un proceso de decantación por agua para separarlos.

Una técnica alternativa que existe y con mejores resultados, es utilizar un separador por corrientes de aire, que logre separar las diferentes trazas de metal (u otros materiales) del plástico que se desea reciclar. Esta técnica suelen tener un mayor grado de

eficiencia en la separación, ya que las máquinas que usan este principio, permite regular el nivel de las corrientes de aire, de manera de ajustar el nivel más apropiado y así ajustar mejor la densidad de las partículas que se obtendrán.

V. Lavado.

Consiste en el lavado de las escamas de plástico con agua y detergentes de baja espuma en tanques o cubas de gran tamaño, para eliminar cualquier tipo de suciedad o impureza. Es muy importante esta etapa en los plásticos que vienen de post-consumo, ya que han contenido sustancias o bacterias que pueden permanecer en ellos durante mucho tiempo. En el caso de los plásticos de procedencia industrial o agraria, esta etapa podría omitirse, ya que los mismos suelen venir en buenas condiciones de limpieza. Se deben utilizar bactericidas para tratar las aguas.

VI. Secado.

Se elimina la humedad remanente. Se utilizan diferentes tipos de secadoras centrífugas. El producto final de este proceso son escamas de RPET, separadas, limpias y secas. Estas escamas ya pueden ser comercializadas a diferentes empresas transformadoras de plástico.

A modo de aclaración, el proceso podría continuar con una etapa de extrusión y granulación, en la que se transformarían las escamas de RPET en pellets de RPET (con tamaño más uniforme y mayor densidad, por lo que ocupan menor volumen). Sin embargo, esto no es usualmente realizado por las empresas recicladoras de plástico, ya que las máquinas necesarias para realizar esto (una extrusora y una pelletizadora) son sumamente costosas comparadas a las demás máquinas que se utilizan en el proceso.

VII. Embolsado.

Se colocan las escamas de material reciclado en bolsones, para que luego puedan ser almacenadas y vendidas.

VIII. Control de calidad.

El control de calidad debe de ser realizado a lo largo de todo el proceso, lo que se muestra en el flujograma es más bien la medición de ciertas características del producto final.

En la industria del plástico reciclado, es muy importante controlar las características mecánicas y químicas de los mismos, puesto que este material se va degradando conforme se lo va reciclando y pierde sus propiedades. Por lo tanto, un correcto control de calidad, permite lograr una estandarización en las especificaciones del material, e inclusive determinar si se pueden mejorar, mediante la adición de diferentes sustancias químicas durante el proceso de extrusión.

El control de calidad debe llevarse a lo largo del proceso, para disminuir la variabilidad de cada estación lo más posible. Además, cuando se reciclan plásticos, es usual que el cliente exija al reciclador un informe de algunas características mecánicas o químicas del material. Algunas de las características que más interesan en los plásticos reciclados son la densidad y el punto de fusión.

IX. Almacenado.

Las escamas de plástico ya embolsadas se almacenan en un depósito destino a almacén, esperando a salir de la empresa conformando una venta. Para realizar esto, se utilizará un auto elevador, que enganche sus paletas en las manijas superiores de los bolsones y permitan su traslado.

El proceso aquí desarrollado no es el único que existe para el reciclado mecánico de plásticos, pero si es uno de los más comunes, y permite obtener materia prima para elaboración de productos por medio de soplado, inyección, extrusión de caños y películas. Otra forma de reciclar los plásticos, consiste en una tecnología de extrusión-moldeo de una mezcla de plásticos sin separar (plásticos mixtos). Se la utiliza para la fabricación de la denominada “madera plástica”, con la que se obtienen artículos de larga duración, tales como postes para uso rural, bancos de plazas, etc.

El guía que nos hizo el recorrido por la planta nos contó que las barreras de entrada son muy altas debido a los altos costo de inversión y de que ya existe la presencia de varias recicladores de plástico en Buenos Aires. Además de que con las toneladas de RSU estimadas sería muy difícil conseguir que el proyecto sea rentable.

Por último nos comentó que la recolección es realizada principalmente por trabajadores informales; por lo que esta les resulta muy barata. Pero que, en un futuro esto va a cambiar. Nos informó también que en otros países existen empresas encargadas de la recolección, separación y la posterior venta de los residuos.

Papel: Las etapas que conforman el proceso para obtener papel reciclado son las siguientes:

- Clasificación, preparación y embalaje.
- Operación de pulpado: su objetivo es separar las fibras que contiene el papel usado, sin romperlas.
 - Eliminación de objetos: la pasta de papel se filtra por tamices de distintos tamaños para separar plásticos, alambres, tierra, etc.
 - Destintado: las fibras de papel se limpian mediante jabón y proyectando aire a presión. El aire y el jabón forman pompas que suben a la superficie, donde unos potentes aspiradores recogen la mezcla de tintas que tenía el papel usado.
 - Máquina de papel: Esta máquina extrae la pasta y la inyecta a través de boquillas distribuidas a lo ancho de esta máquina, generando así una lámina de papel uniforme.
 - Prensado: Dentro de la misma máquina, una vez obtenida la lámina uniforme el proceso continúa con la eliminación del agua de la misma. En esta sección se realiza el secado y prensado de la hoja, pasándola por unas series de rodillos de acero, tanto inferiores como superiores, que la comprimen expulsando así el agua. Luego esta hoja se sujeta entre capas de fieltro absorbente, que actúa como absorbente quitándole el agua a la hoja mientras tanto unas cajas de vacío extraen el agua de los fieltros para mantenerlos secos y que absorban la mayor cantidad de agua posible.
 - Secado: En esta etapa se consigue la humedad final del papel, luego de ser prensado y pre-secado el papel pasa por una serie de rodillos calentados por vapor, el contacto de la hoja con los rodillos es primero de un lado y luego del otro para conseguir un secado homogéneo.
 - Estucado: Consiste en agregar una capa de estuco al papel para brindarle una mayor calidad, durabilidad y blancura. Esta capa está formada por arcilla y carbonato cálcico

en su mayoría aunque pueden agregarse otros como blanqueantes ópticos según los requerimientos.

- **Satinado:** Este proceso se lleva a cabo para darle un buen acabado final al papel, aquí se corrigen las pequeñas irregularidades en la estructura del papel. En el papel ya estucado se realiza un pulido superficial para dar suavidad y brillo al mismo.

En el proceso de reciclado de papel se necesita fibra no reciclada ya que estas pueden volver a utilizarse como máximo siete veces. Del reciclaje se obtiene cada vez fibras más débiles que dan como resultado un papel de mala calidad, además, el proceso utilizado para producir o reciclar papel es el mismo. Es por esto que comúnmente las papeleras son quienes se encargan de llevar a cabo este proceso y no hay empresas que sean solo recicladoras de este material.

3.2. Comparación de los principales procesos

Los parámetros a tener en cuenta son:

- Cantidades de R.S.U. a tratar.
- Disponibilidad de terrenos y superficie necesaria.
- Mercado de subproductos en el área de influencia geográfica.
- Respuesta social.
- Inversión necesaria y costes de tratamiento.
- Impacto ambiental del tratamiento.
- Creación de puestos de trabajo.
- Economía de escala.

Una vez estudiados cada uno de estos parámetros y evaluada su repercusión, se tienen criterios suficientes para juzgar el tratamiento más adecuado en cada caso.

En términos generales, las ventajas e inconvenientes que podrían imputarse a los sistemas, se resumen así:

Vertido controlado

Ventajas

- Fácil operación de tratamiento.
- Baja inversión en comparación con otros sistemas.
- Bajos costes de tratamiento.
- Baja incidencia ambiental si existen terrenos adecuados y el método de operación es bien llevado.

Inconvenientes

- Riesgo de contaminación de aguas superficiales y subterráneas.
- Olores anaerobios, moscas, roedores, y aves en los vertederos.
- Necesidades de instalaciones complejas de tratamiento de lixiviados si las cantidades son importantes.
- Volados de plásticos y papeles.

- Necesidades de emplazamientos adecuados impermeables y alejados de las poblaciones y de considerable superficie.

Compostaje

Ventajas

- Introducción en el ciclo de consumo de materiales con cierto valor comercial.
- Obtención de materia orgánica fermentada (compost) de calidad.
- Creación de puestos de trabajo.
- Bajo impacto ambiental al aire si las fermentaciones se realizan intensa y aerobiamente.
- Buen acceso de los vehículos de recogida urbana.
- Bajo costo de tratamiento.

Inconvenientes

- Inversión media en comparación con otros sistemas de tratamiento.
- Olores si la fermentación no es bien realizada
- Dificultades de mercado de compost si las distancias a trasportar el producto son superiores a 150 Km.
- Se obtiene no obstante un 50% aproximadamente de rechazos que hay que transportar y verter.
- Peligro de contaminación del suelo

Incineración

Ventajas

- Reducido espacio a ocupar.
- Gran reducción de volumen de residuos.
- Posibilidades de recuperación de energía si los residuos a incinerar tienen un PCI alto.
- Bajo costes de tratamiento.

- Buen acceso de los vehículos de recogida urbana.

Inconvenientes

- Inversión muy alta en comparación con otros tratamientos.
- Necesidades de depuración de humos.
- Costo de mantenimiento muy alto si no existe recuperación de energía.
- Leyes que actualmente prohíben que este se lleve a cabo.
- Consecuencias desfavorables para el medio ambiente.

PET

Ventajas:

- Fácil operación de tratamiento.
- Bajos costos de tratamiento.
- Baja incidencia ambiental si existen terrenos adecuados y el método de operación es bien llevado.
- Amplio mercado de consumo.

Inconvenientes

- Grandes plantas de tratamiento de PET instaladas (grandes competidores)
- Necesidad de grandes cantidades de residuos.

Papel

Ventajas

- Beneficios ambientales: Se salva masa forestal de ser talada.
- Evitamos su utilización en incineradoras y reducimos el espacio de los vertederos.
- Ahorro en el gasto de recursos energéticos y de agua.

Inconvenientes

- Proceso similar a la producción de papel por ello es realizado por estas.
- Muchas papeleras en la zona que realizan este proceso.

3.3. Elección del proceso: Separación de residuos

Haciendo un análisis de las ventajas y desventajas de los principales procesos de reciclaje, optamos por enfocarnos en la incineración. Sin embargo, decidimos abandonar la investigación debido a la controversia que genera su impacto en el medio ambiente.

En diferentes *papers* se afirma que con una alta inversión se pueden controlar los contaminantes provenientes de los flujos de gases de la combustión. Los principales son:

- Óxidos de Azufre (SO_2 y SO_3)
- Ácido Clorhídrico (HCl)
- Monóxido de carbono procedente de combustión incompleta (CO)
- Óxidos de Nitrógeno (NO_x)
- Compuestos orgánicos, entre los que se encuentran dioxinas, furanos, clorofenoles y clorobencenos.
- Metales pesados, tales como plomo, cadmio o mercurio, que volatilizan tan sólo a $330\text{ }^\circ\text{C}$.
- Partículas sólidas de quemadas.

Pero, hay otras fuentes tales como Greenpace, que aseguran que no son del todo controlados estos contaminantes. En Argentina, además, actualmente se encuentran prohibidos por este motivo.

Como nuestro objetivo siempre fue que el proyecto genere un impacto positivo en el medio ambiente y escuchando la opinión negativa del tutor de esta tesis acerca de las incineradoras, decidimos buscar otro camino.

Siendo los procesos descritos muy improbables de realizar por su ya instalada competencia o por la cantidad de toneladas que podemos llegar a obtener de los countries, pensamos que lo que realmente falta en Argentina es mejorar el proceso de separación de residuos y que podría ser un negocio muy rentable e innovador. Empezamos a investigar que existen tipos de máquinas de origen extranjero que de forma automatizada logran separar grandes cantidad residuos de forma rápida y muy precisa.

3.4. Análisis FODA de la separación de residuos automatizada

Fortalezas

- Innovación tecnológica (la separación usando máquinas no existe actualmente en el país)
- Aportes positivos al medio ambiente
- Amplio mercado objetivo.
- Poca cantidad de operarios involucrados en el proceso.

Oportunidades

- Posibilidad de impulsar la separación de residuos en todo el país.
- Barrios cerrados muy involucrados con el medio ambiente.
- Posibilidad de crecimiento de mercado
- Mucha tecnología nueva para incorporar
- Proyectos de ley que promueven el reciclaje.
- No hay competidores directos.

Debilidades

- Complejidad para que todos los barrios cerrados de pilar contraten nuestro servicio de recolección.
- Distancias largas entre barrios cerrados.

Amenazas

- Conflictos gremiales con los transportistas
- Aparición de competencia.
- Aumento de recolectores informales
- Tecnología extranjera: repuestos caros.

4. Localización

Para definir la ubicación de nuestra planta se analizaron diferentes aspectos fundamentales. El principal de ellos es que sea una zona de concentración de barrios cerrados, quienes serán nuestros “proveedores” de la basura necesaria para llevar a cabo el proceso seleccionado. Al analizar este aspecto se seleccionaron tres posibles localizaciones: Pilar, Hudson y Ezeiza.

Destacamos que esta pre-selección se hizo filtrando solo la provincia de Buenos aires, ya que al residir en esta provincia contamos con la ventaja de poder conocer las zonas y tener mayor información de las mismas para poder hacer un buen análisis.

A partir de esta primera selección se identificaron y calificaron los aspectos considerados fundamentales para llevar a cabo la elección.

Más allá de la concentración de barrios cerrados, se debe tener en cuenta la cantidad de habitantes en ellos. Siendo este un factor clave para el estudio de localización.

Otro factor condicionante es la distancia a recorrer para la recolección de los residuos y para la entrega del producto terminado, ya que esto tiene efectos directos en los costos debido al uso de camiones recolectores.

La existencia en la zona de un competidor directo es de suma importancia, ya que si otra empresa se encarga de recolectar y llevar a cabo nuestro mismo proceso, captar a los potenciales clientes sería mucho más difícil que si no existieran en la zona. Surge de la investigación realizada que no hay empresas que se encarguen de la recolección y clasificación de RSU en las zonas de referencia, lo que genera una ventaja competitiva en el mercado por el hecho de no tener competencia directa. Solo hay empresas encargadas de la recolección por lo que este factor no se tiene en cuenta a la hora de realizar el método de ponderación.

También evaluamos que una gran ventaja en cuanto a la elección de la zona para ubicar la planta, sería que la misma cuente con un parque industrial teniendo en cuenta las facilidades que estos ofrecen como servicios de electricidad, desagüe, seguridad privada, beneficios impositivos y demás. Con respecto a esta variable, sabemos los parques industriales a estudiar son los siguientes:

- a- En Pilar hay un gran parque industrial en el que se encuentran radicadas importantes empresas y los servicios que ofrece son: un destacamento de bomberos en el parque, una subcomisaria de la policía de la Provincia de Bs As, una delegación de la Aduana, una delegación de la UTN, una estación de servicio, Balanzas de camiones, restaurantes, salón de convenciones, Alambre perimetral, energía eléctrica de media tensión, playas de estacionamiento, desagües pluviales y forestación a lo largo de todo el parque.
- b- En Ezeiza se encuentra el parque privado industrial de Canning y el Polo Industrial Ezeiza, estos brindan los siguientes servicios: Alumbrado público, desagües pluviales, cerco perimetral, forestación en todo el parque, playas de estacionamiento para camiones y autos, energía eléctrica de media tensión, balanza para camiones, vigilancia privada, redes de desagües cloacales e industriales y un centro de servicios (banco, comedor, bomberos, etc.).
- c- En Hudson hay un parque industrial de menor tamaño, el cual ofrece servicios de alumbrado, seguridad privada las 24 horas, alambrado perimetral, forestación en todos los sectores, gas natural, playa de estacionamiento para camiones y autos, energía eléctrica y servicios de telefonía e internet.

Para analizar la cantidad de habitantes en los barrios cerrados se evaluó la cantidad de lotes existentes en cada country por zona y el porcentaje de lotes ocupados en cada una de las opciones, en este caso Pilar tiene una amplia ventaja debido a que en esa zona hay muchos más countries construidos y además estos están muy desarrollados, lo que implica que un gran porcentaje de lotes ocupados. Mientras que Hudson y Ezeiza, si bien son zonas con alta concentración de barrios cerrados, no tienen tantos como la primera opción. Pasado a números, en Pilar actualmente hay 90 barrios cerrados mientras que en Hudson y Ezeiza 35 y 25 respectivamente. Se decidió asignarte un puntaje de 8 puntos a la zona de Pilar por su gran cantidad de barrios cerrados y a partir de este se deducen linealmente el puntaje para Hudson (2 puntos) y Ezeiza (3 puntos).

Al definir el proceso y determinar que no se reciclaran los RSU en nuestra planta, sino que se van a separar y clasificar para luego venderlos, nace un nuevo aspecto a tener en cuenta a la hora de la localización: Nuestros clientes recicladores. Estos pueden ser diferenciados por el tipo de material que reciclan y por su ubicación geográfica, en cuanto al

tipo de material reciclado se separan en: Papel y cartón, metales ferrosos, metales no ferrosos, plásticos (en general reciclan los diferentes tipos de plásticos), vidrio y orgánico.

- Hudson:

En la siguiente figura se ve un mapa con la distribución de todos los recicladores en la zona:

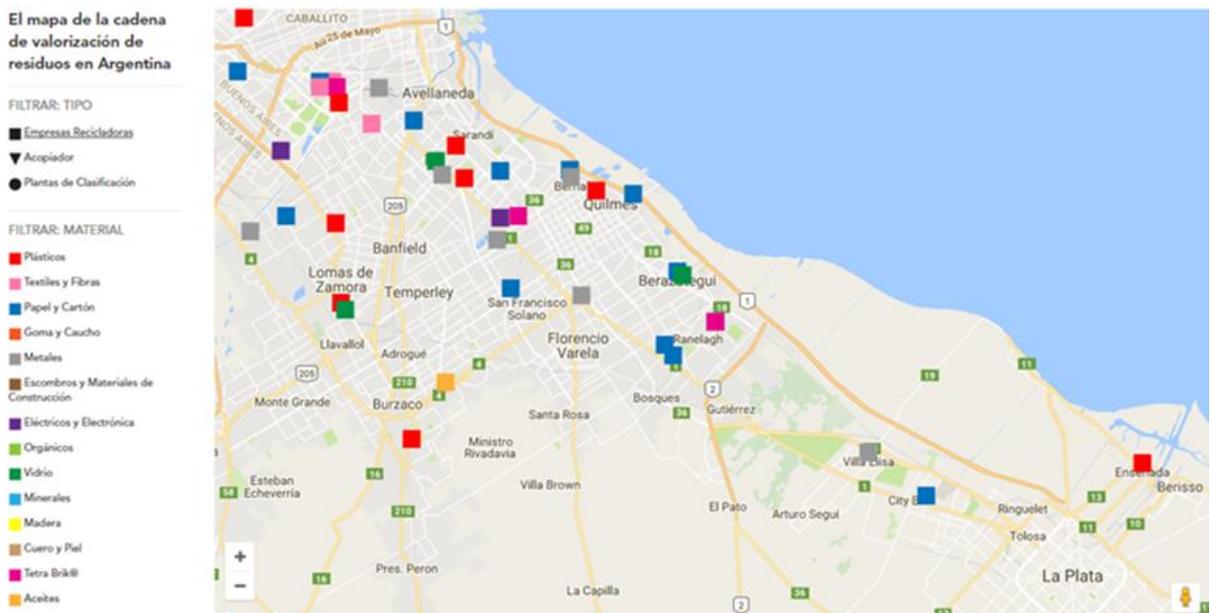


Figura 4: Recicladores zona Hudson

En cuanto al plástico tenemos dos plantas importantes que se dedican a reciclar este material:

En primer lugar Reciclar S.A. ubicada en Sarandí, que es una de las empresas más grandes del país dedicadas al reciclado de plástico y en segundo lugar, más cerca de Hudson, Amiplast S.A. Esta segunda es una planta de menor tamaño y no tan desarrollada.

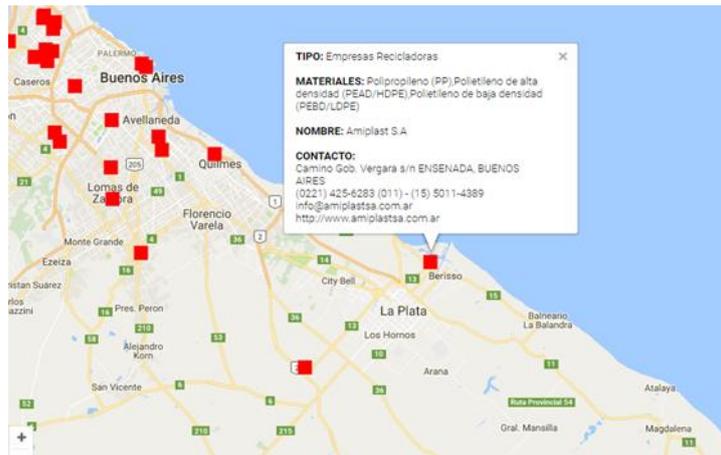


Figura 5: Amiplast S.A



Figura 6: Reciclar S.A

Con lo que respecta a los Metales no ferrosos, cerca de Hudson tenemos ubicada a la empresa Arcolana S.A, radicada en City Bell.

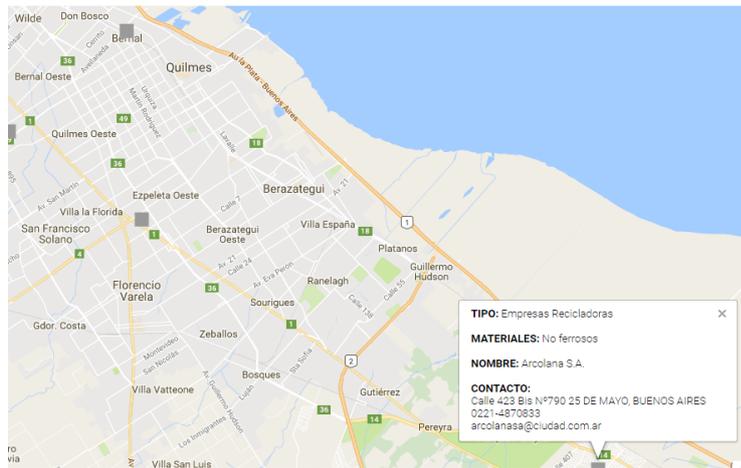


Figura 7: Arcolana S.A

En cuanto a los Metales ferrosos, Hierros Arce es una empresa dedicada a la producción de estos que utiliza como materia prima los desechos ferrosos; esta planta está ubicada en Varela.

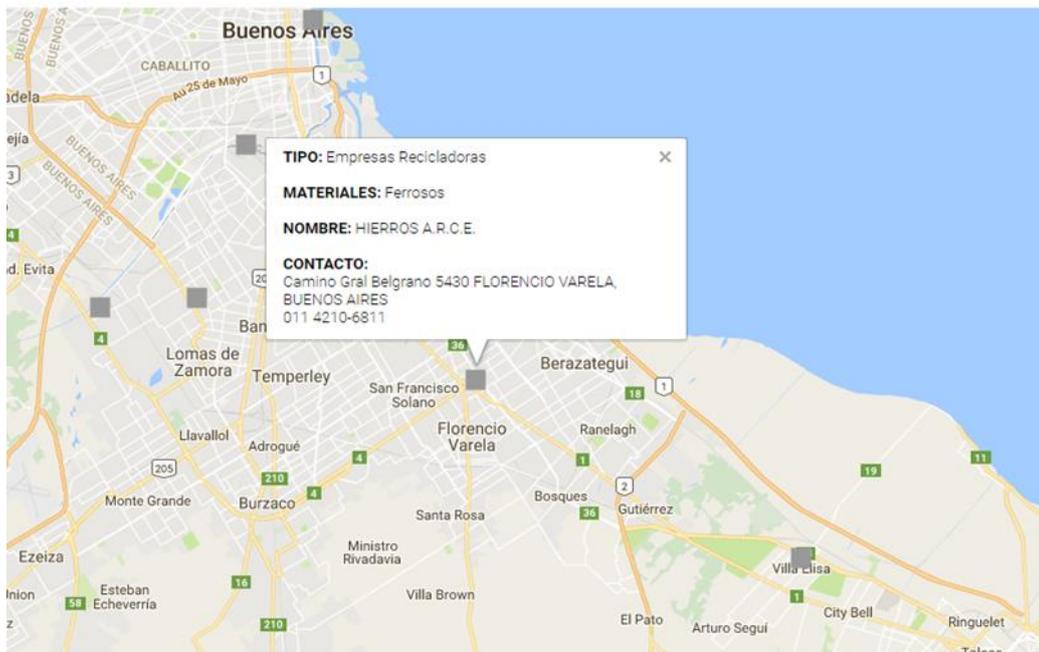


Figura 8: Hierros Arce

En la zona hay dos grandes empresas dedicadas a la producción de cartones y papeles que reciclan los mismos, estas son Papelera Rosato ubicada en Ranelagh y Zucamor S.A. radicada en City Bell.

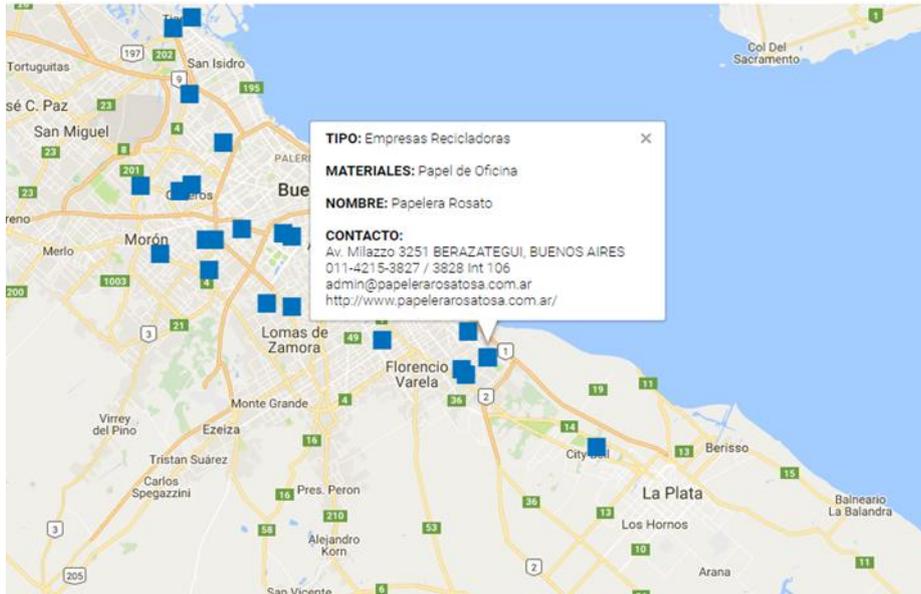


Figura 9: Papelera Rosato

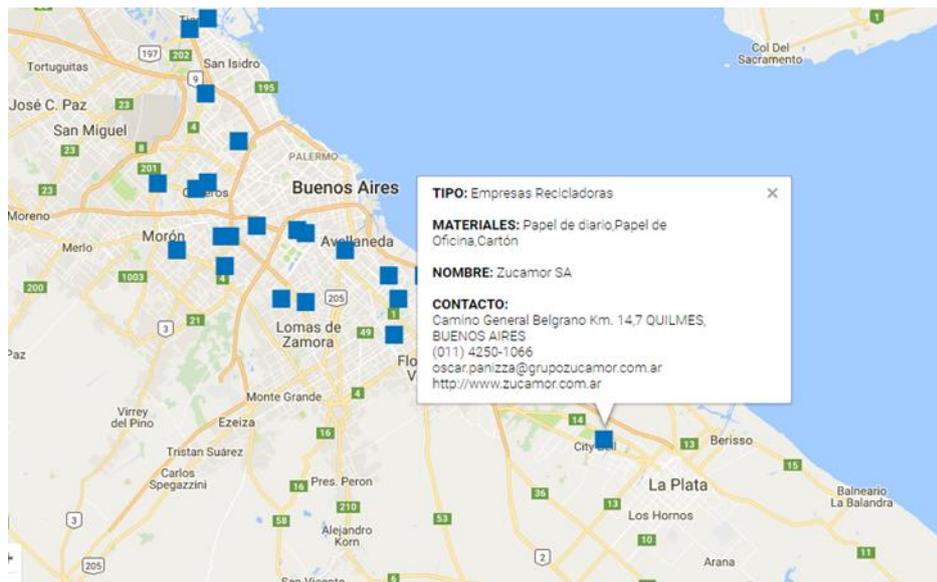


Figura 10: Zucamor

El reciclado de vidrio en la zona sur de la provincia es reciclado por la empresa Rigolleau, ubicada en Berazategui.

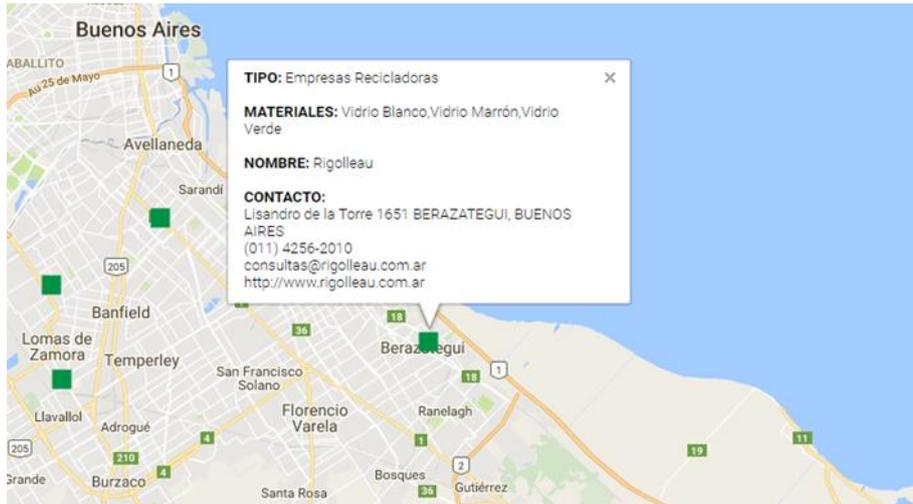


Figura 11: Rigolleau

Siendo así una zona con diversos recicladores cercanos, el único material que no se recicla en esta es el Orgánico ya que la única recicladora del país para este se encuentra en zona norte como luego se verá.

- Ezeiza:

En la siguiente figura se ve un mapa con la distribución de todos los recicladores en la zona.



Figura 12: Recicladoras zona Ezeiza

En cuanto al plástico tenemos una planta proxima a la zona de countries (como se puede ver en la Figura) dedicada al reciclaje, la empresa es Raul Kreczemer.

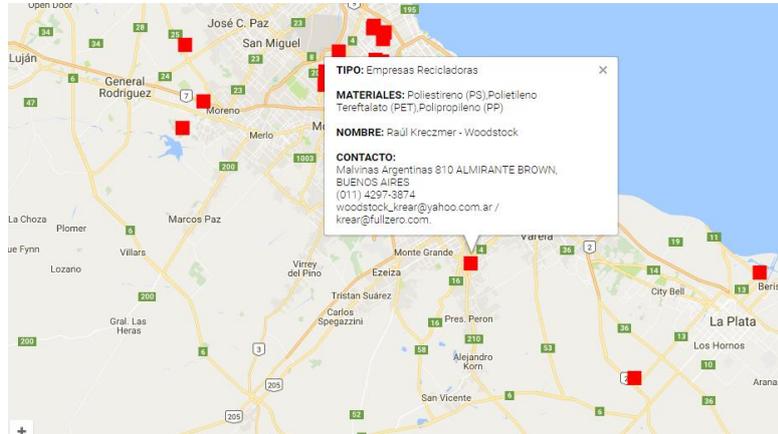


Figura 13: Raul Kreczemer

Ubicada en Lomas, tal como se ve en la figura, se encuentra la planta Recuperadora Buenos Aires dedicada al reciclaje de papel y carton como asi de vidrios.

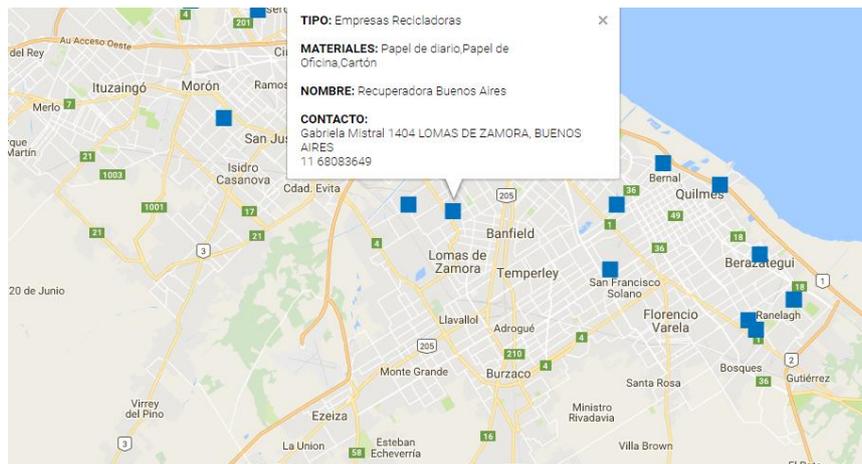


Figura 14: Recuperadora Buenos Aires

Para el resto de los residuos no hay recicladores cercanos, por lo que esto es una desventaja ya que los clientes no son próximos a nuestra planta clasificadora.

- Pilar:

En la siguiente figura se ve un mapa con la distribución de todos los recicladores en la zona.



Figura 15: Recicladores zona Pilar

En cuanto a los metales se identificaron dos grandes recicladoras por la zona, En tigre Metales del Talar dedicada al reciclaje de metales no ferrosos y en Zarate Scrap Services. Esta última no es tan próxima a la planta de clasificación pero es una empresa reconocida dedicada al reciclaje de metales ferrosos.

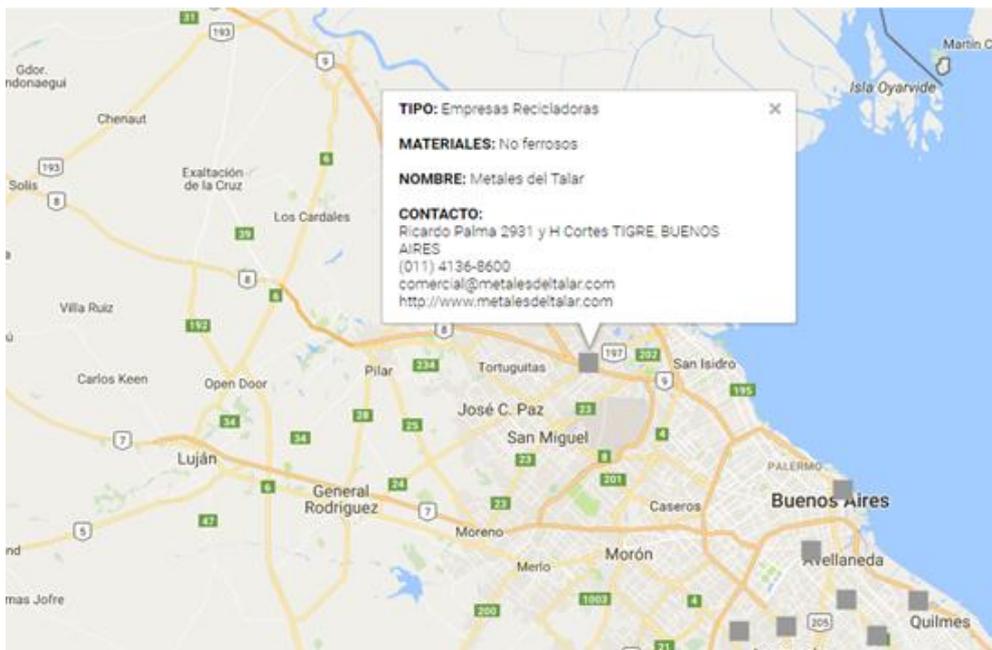


Figura 16: Metales del Talar

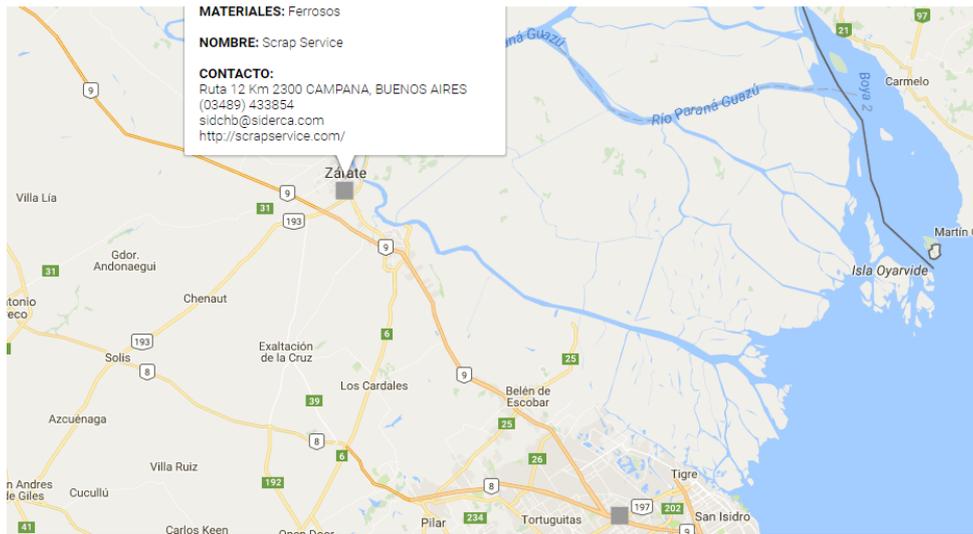


Figura 17: Scrap service

Con respecto a los plásticos se identificaron tres empresas dedicado al reciclaje de los mismos ubicadas en el centro de pilar, muy próximas a la planta. Estas son Celulosa Pilar, Rezagos Industriales S.A y Alta plástica.

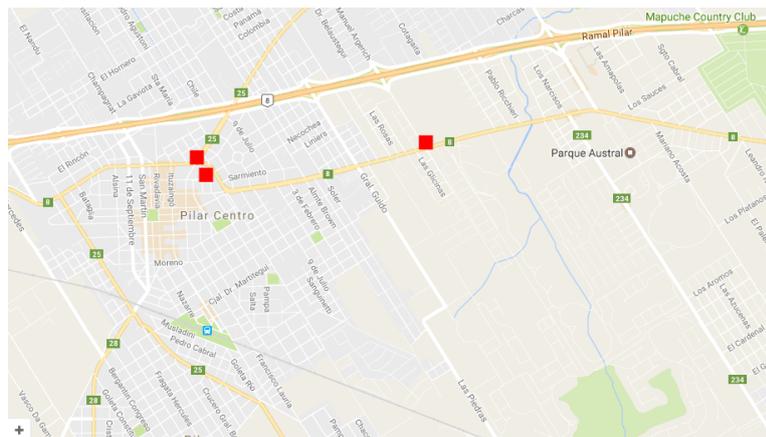


Figura 18: Celulosa Pilar, Rezagos industriales S.A y Alta plástica

La empresa Celulosa Pilar también se dedica al reciclaje de papel y cartón por lo que sería un gran cliente donde se podrían reciclar no solo un material, sino dos. Igualmente muy cercana a ella se encuentra Papelera Samseng S.A que se dedica exclusivamente al reciclado de papel y cartón.

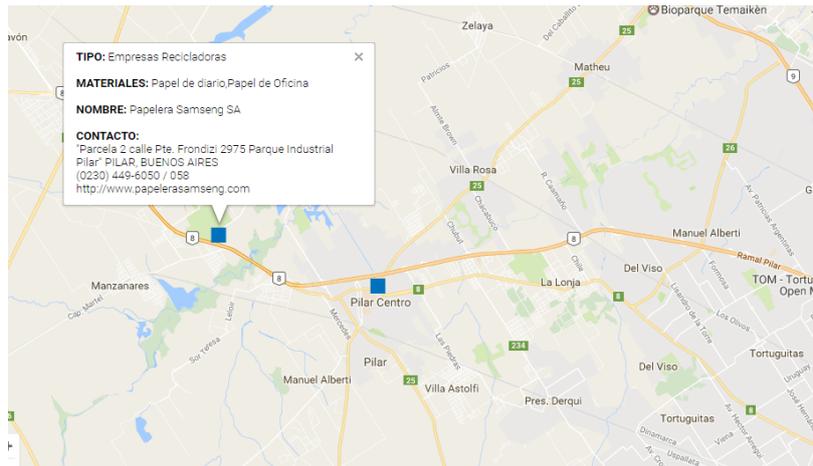


Figura 19: Papelera Samseng S.A

En las cercanías de Pilar se encuentra la única planta en la provincia dedicada al reciclaje de residuos orgánicos, Biocom, siendo esta una gran ventaja para esta localización ya que el resto de las opciones para reciclar la basura orgánica deberían transportarla hasta esta zona.

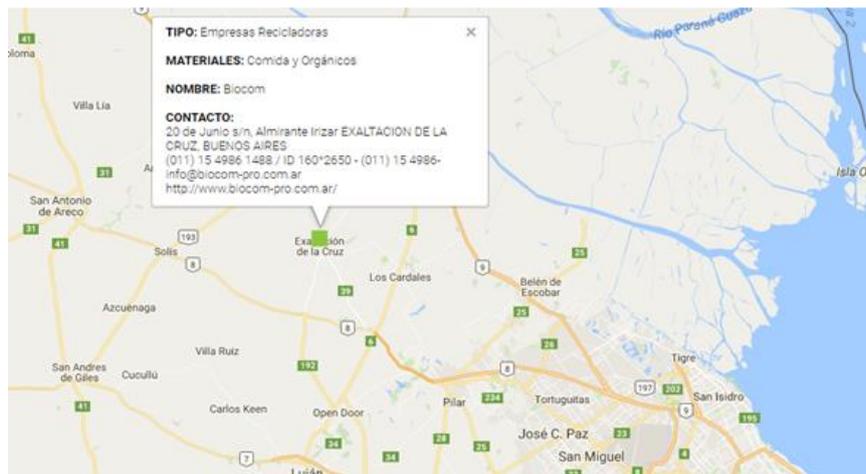


Figura 20: Biocom

Por último como el reciclado de orgánico es una ventaja, esta locación tiene una desventaja que es el reciclado de vidrio. En la zona norte de la provincia no hay ninguna empresa dedicada a este reciclaje por lo que la opción más cercana es la empresa Multicristal ubicada en la zona de Avellaneda.

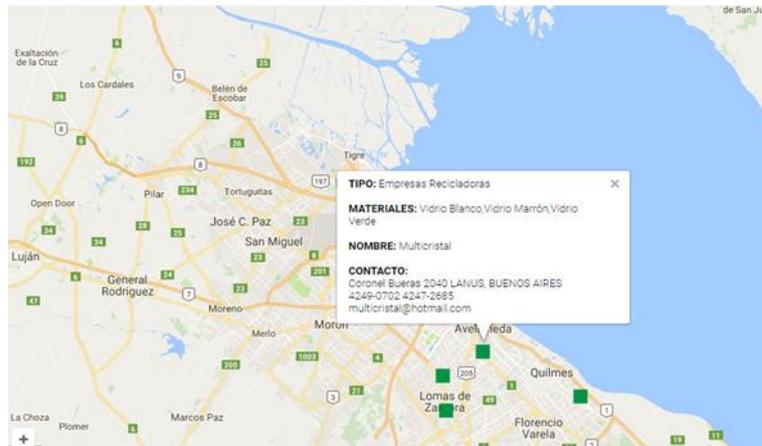


Figura 21: Multicristal

En base a este estudio realizado de nuestros potenciales clientes, la trayectoria e importancia de su empresa y su ubicación geográfica con respecto a los parques industriales considerados para realizar este estudio de localización se decidió la puntuación asignada para tener en cuenta a la hora de utilizar el método de ponderación.

Como se detallara luego, otro aspecto a tener en cuenta, que es de suma importancia, son posibles leyes o decretos municipales que impidan la recolección de basura. Se investigó esto y se obtuvo que el decreto-Ley 9111/78 le da exclusividad al CEAMSE para realizar la recolección de basura en una serie de municipios, entre los que se incluye Berazategui (Hudson es partido de Berazategui) por lo que al tener en cuenta este factor, Hudson se ve claramente perjudicada.

Por último se debe tener en cuenta la distancia a recorrer entre countries, en Pilar esta es muy superior al resto de las opciones dado que en Hudson y Ezeiza están concentrados en zonas específicas; mientras que en pilar hay que recorrer distintos focos de concentración esto se debe entre otras cosas a que en esta zona la cantidad de barrios cerrados es muy superior a las otras. Pasado a números, la distancia en la que se encuentran los countries en la zona de Pilar es de 30 Km, en Hudson de 9 Km y en Ezeiza de 16 Km. Se decidió aplicarle a la zona de Hudson un puntaje de 9 debido a la pequeña distancia en la que se ubican la mayoría de los barrios cerrados y a partir de ella se deducen linealmente el puntaje para Pilar (4 puntos) y Ezeiza(7 puntos).

4.1. Método de Ponderación

Este método consiste en ponderar los diferentes factores fundamentales de acuerdo a su importancia para localizar la planta. La sumatoria de las ponderaciones debe ser igual a 1 (un cierto porcentaje para cada factor). Luego se le asigna una puntuación a cada factor específico de cada locación, esta puntuación va del 1 al 10, siendo 10 el ideal. El puntaje se multiplica por la ponderación del factor dando como resultado un puntaje ponderado por cada factor. Para cada ubicación posible se le suman todos los puntajes ponderados dando como resultado un puntaje final para cada una de estas. La locación con mayor puntaje final es la que tiene los factores que más se adecuan a las necesidades de la planta.

TABLA V: Análisis de ponderación

Característica	Ponderación	Zona					
		Pilar		Hudson		Ezeiza	
		Puntuación	Puntaje Ponderado	Puntuación	Puntaje Ponderado	Puntuación	Puntaje Ponderado
Countries cercanos	0,4	8	3,2	2	0,8	3	1,2
Distancia a recorrer	0,2	4	0,8	9	1,6	9	1,6
Legislación	0,1	7	0,7	2	0,2	7	0,7
Recicladores cercanos	0,2	7	1,4	7	1,4	4	0,8
Parques industriales en la zona	0,1	9	0,9	6	0,6	7	0,7
Puntaje Final	1	7		4,8		4,8	

El método de ponderación nos da como resultado que el mejor lugar a ubicar la planta sería en la zona de Pilar, en el Parque Industrial Pilar. El puntaje final de esta locación da mucho mayor al resto. El factor de mayor importancia, que más peso tuvo en esta ponderación fue la gran cantidad de barrios cerrados que hay en esta zona. Este factor es

determinante ya que con pocos countries en la zona seleccionada, habría poca basura para procesar, es decir que la planta tendría poca “materia prima”.

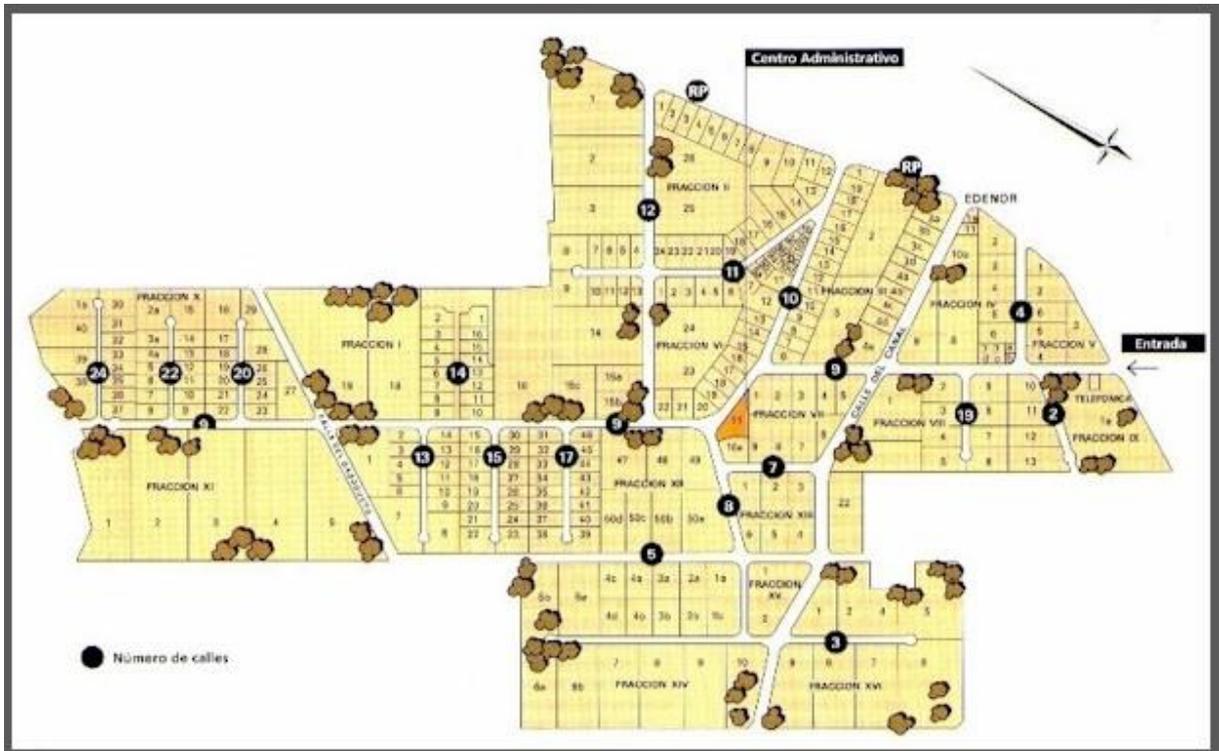


Figura 22: Mapa del parque industrial de Pilar



Figura 23: Imagen satelital del parque industrial de Pilar completo

En base a nuestras necesidades arquitectónicas y los terrenos disponibles decidimos ubicar nuestra planta en lote número 21 del mapa. Como se ve en la siguiente imagen este terreno está libre y debido a sus dimensiones será apto para ubicar nuestra planta en él.



Figura 24: Imagen satelital del lote seleccionado.

5. Ingeniería del proceso

5.1. Separación de residuos

En Argentina existen problemas que deben resolverse en cuanto a la separación de los materiales reutilizables de los RSU. Además de los trabajadores informales (coloquialmente conocidos como *cartoneros*), hay algunas cooperativas, donde se separan algunos tipos de residuos. Estas “plantas”, sin embargo, tienen problemas importantes que se describen a continuación:

El primer y principal problema es el peligro de la salud de la gente que trabaja en este tipo de plantas de separación manual de reciclables.

En estas instalaciones, el flujo de residuos sólidos se mueve en un transportador y la gente trabaja en ambos lados del transportador recogiendo materiales reciclables con las manos, directamente desde la corriente de desechos, arrojándolos a diferentes cajas para cada material. Debido a este contacto, en el personal es muy vulnerable a contraer enfermedades ya que puede haber cualquier tipo de material en la corriente de residuos sólidos, desde animales muertos hasta productos químicos peligrosos. Por esta razón, las personas no deben participar del proceso de separación de residuos sólidos.

El segundo problema que surge del uso de personas en la separación, es que la gente separa usando su vista, pero algunos materiales no están completamente visibles porque los contaminantes los oscurecen. Otros no son claros para el ojo humano. Además, las personas son responsables de la clasificación de materiales de gran volumen. Por esta razón, los materiales reciclables de pequeño volumen no se separan y esto provoca una disminución en la eficiencia de la instalación.

Otro problema es tener que mover los materiales delante de la gente lentamente y con poco volumen. El uso de personas disminuye la velocidad de separación de un residuo y la cantidad de materiales separados por día en una instalación de separación.

Por último cabe destacar el problema financiero causado por la gran cantidad de sueldos a pagar, que son elevados por ser trabajo de riesgo. El uso de máquinas limita bastante la cantidad de personas involucradas y nos va a permitir un precio competitivo a pesar de la baja cantidad de residuos con la que trabajaremos.



Figura 25: Proceso de separación manual

5.2. Tecnologías de plantas MRF

Las instalaciones de recuperación de materiales son conocidas como Materials Recovery Facility (MRF).

Las máquinas que utilizan sensores para detectar los diferentes tipos de materiales a separar. Funcionan bajo el mismo principio de funcionamiento: El material de entrada se desliza por una rampa o se conduce mediante una cinta transportadora a través de la zona de sensores. La información obtenida se procesa electrónicamente de modo que, dependiendo del ajuste de criterios de clasificación, los materiales detectados se expulsan selectivamente, mediante chorros de aire a presión de alta precisión, del flujo de materiales hacia una cámara de separación.

Los diferentes tipos de sensores que utilizan son los siguientes:

- **Detección de color (COLOR):** Reconoce los materiales basándose en su color. Su capacidad llega mucho más allá que el espectro visible e incluye infrarrojos, ultravioletas y otros espectros.
- **Infrarrojo cercano (NIR):** Reconoce los materiales sobre la base de las propiedades espectrales específicas y únicas de la luz reflejada.
- **Rayos X de transmisión (XRT):** Reconoce los materiales en base a su densidad atómica específica.
- **Sensor electromagnético (EM):** Reconoce los metales por su conductividad y permeabilidad.
- **Espectrometría visible (VIS):** Reconoce todos los colores del espectro visible, tanto de objetos transparentes como opacos.
- **Tecnología de rayos X de fluorescencia (XRF):** Reconoce los materiales por sus características atómicas

Encontramos que hay muchas empresas extranjeras que ofrecen diferentes máquinas, a continuación se exponen algunas de las más importantes del mercado:

- La empresa Picvisa tiene un separador óptico llamado ECOGLASS que permite clasificar y separar automáticamente por color y forma varias tipologías de materiales. Los modelos ECOGLASS están pensados para poder trabajar en procesos de

recuperación de vidrio y limpieza en diferentes flujos. Estos equipos están diseñados con un concepto versátil, de fácil adaptación a diferentes procesos donde el material está triturado y requiere de una separación o limpieza mediante criterios de color y forma. Mediante opcionales también permite detectar contenidos de plomo en el vidrio y materiales férricos y no férricos. Por otro lado esta empresa ofrece la máquina Ecopack. Este separador óptico permite clasificar y separar automáticamente por color y forma varias tipologías de materiales (plásticos, papel y metales). Gracias a la flexibilidad de la visión multispectral que posee, ECOPACK puede ser configurado para realizar cambios rápidos en la clasificación de nuevos materiales a separar que puedan surgir en flujo de entrada a tratar. Su velocidad de procesado es de hasta 10 Tn/h (Dependiendo del material de entrada y de las dimensiones de la unidad).

- La empresa de origen americano MSS optical también tiene una cartera de productos muy amplia. Multiwave es un sistema automatizado de clasificación de papel y plásticos a velocidades de 6 m / s (1.200 pies / min) y 2.400 mm (96 ") de ancho. Puede procesar hasta 15 toneladas / hora.

El MSS FiberSort es otra máquina para la separación óptica automatizada, sirve para diversas aplicaciones. El material entrante se distribuye por el ancho de la máquina y se desplaza por debajo del sensor Matriz, que se monta en la parte superior y luego de pasar por los sensores, las señales captadas por estos son procesadas, activando las válvulas de aire correspondientes que clasifican el material. Ofrece una pantalla táctil con diagnóstico avanzado, configuración flexible y módem de acceso remoto. El FiberSort proporciona al operador en tiempo real estadísticas que se pueden utilizar para los informes diarios.

- La empresa Tomra ofrece la máquina AUTOSORT, un sistema de clasificación multifuncional para la recuperación de una amplia gama de materiales de distintos flujos de residuos, envases, papel, residuos domésticos, así como para otras tareas de clasificación en las que se combina color y material. Combina sensores NIR y VIS en un sistema de clasificación que satisface numerosas necesidades básicas así como otras altamente especializadas.

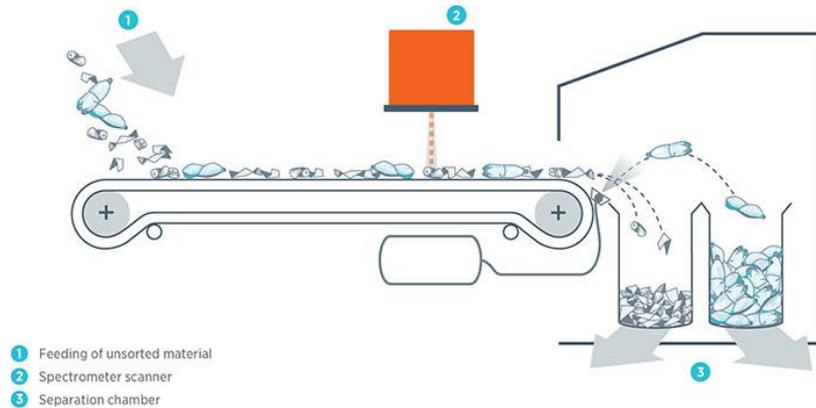


Figura 26: Ilustración de la máquina AUTOSORT

Por otro lado la máquina X-TRACT usa tecnología de rayos X de transmisión (XRT), identificando el contenido del material de clasificación independientemente de su color e impurezas. La tecnología de clasificación por rayos X del X-TRACT permite separar sustancias según su densidad atómica. Por ello, este sistema puede separar concentrados de materiales en distintos tipos de materiales. La tecnología de rayos X de fluorescencia (XRF) analiza la composición elemental de los metales en, por ejemplo, bolas de chatarra de cobre separadas de chatarra férrica.

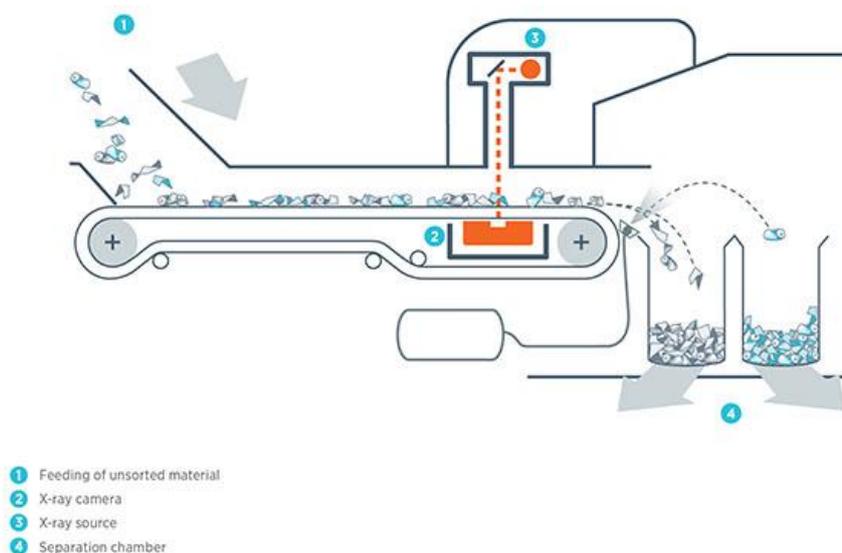


Figura 27: Ilustración de la máquina X-TRACT

La tecnología seleccionada fue la de la empresa TOMRA debido a que esta empresa fue la que nos proporcionó más información sobre sus máquinas y la tecnología de separación. Gracias a esta información pudimos concluir que sus máquinas van a cumplir ampliamente nuestras necesidades. Para el proceso que se describe en el siguiente ítem también se utilizan otras máquinas que no utilizan sensores, estas son un son el *Eddy current separator*, una *pantalla de disco*, *tanques separadores de plástico* y un *separador magnético*. Las máquinas seleccionadas se describen junto al proceso ya que son tecnología basada en principios físicos. Dentro del anexo del proyecto están las fichas técnicas de dichas máquinas.



Figura 28: Render 3D de la máquina AUTOSORT

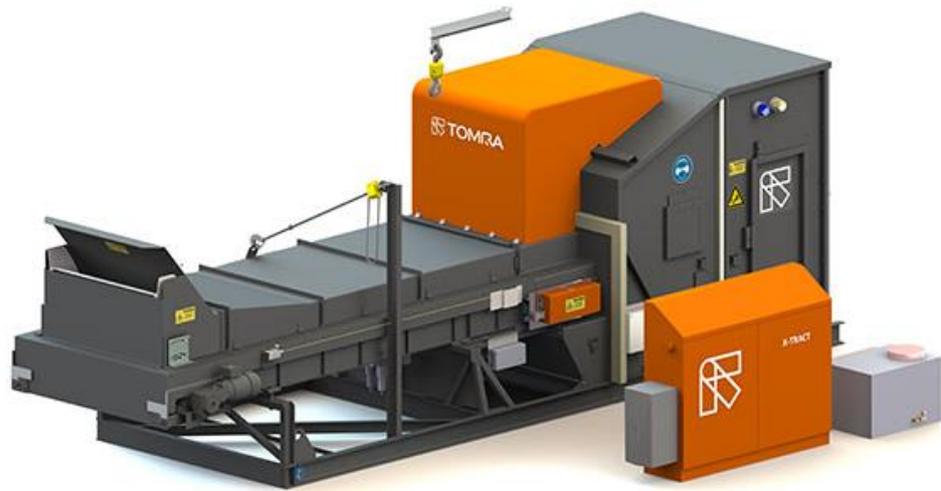


Figura 29: Render 3D de la máquina X-TRACT

5.3. Descripción del proceso

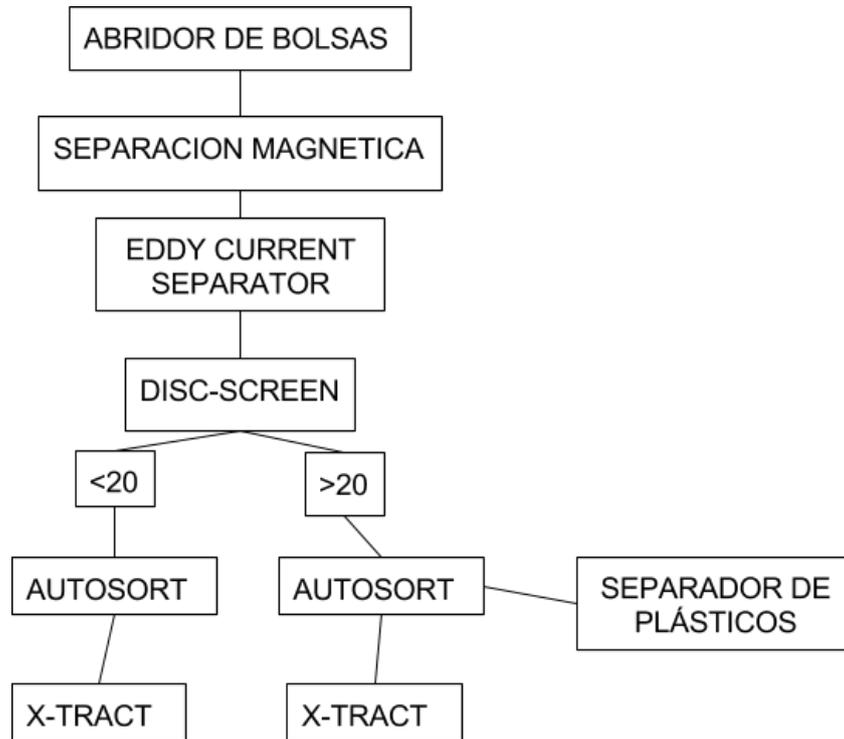


Figura 30: Diagrama de máquinas involucradas en el proceso

La primera etapa del proceso es la recepción de los camiones recolectores de basura a nuestra planta. Una vez ingresados, estos dejarán todos los residuos sólidos urbanos en un área destinada para tal fin, este sector tiene la particularidad de estar inclinado para que fluyan los fluidos que puedan llegar a tener los residuos. Los residuos esperan allí uno o dos días para que pierdan su agua.

La siguiente etapa es levantar las bolsas con un tractor pala y arrojarlas en la máquina abridora de bolsas. El abridor de bolsas se asemeja a un trommel pero tiene cuchillos en el interior para desgarrar las bolsas.

A través de una cinta transportadora se conduce el flujo de residuos a la máquina de separación magnética para separar metales ferrosos.

La separación magnética es un proceso relativamente simple y se utiliza para recuperar el metal ferroso de la corriente de residuos mezclada. Los imanes pueden ser del tipo permanente o electromagnético. Están disponibles en tres configuraciones:

- Tambor múltiple magnético

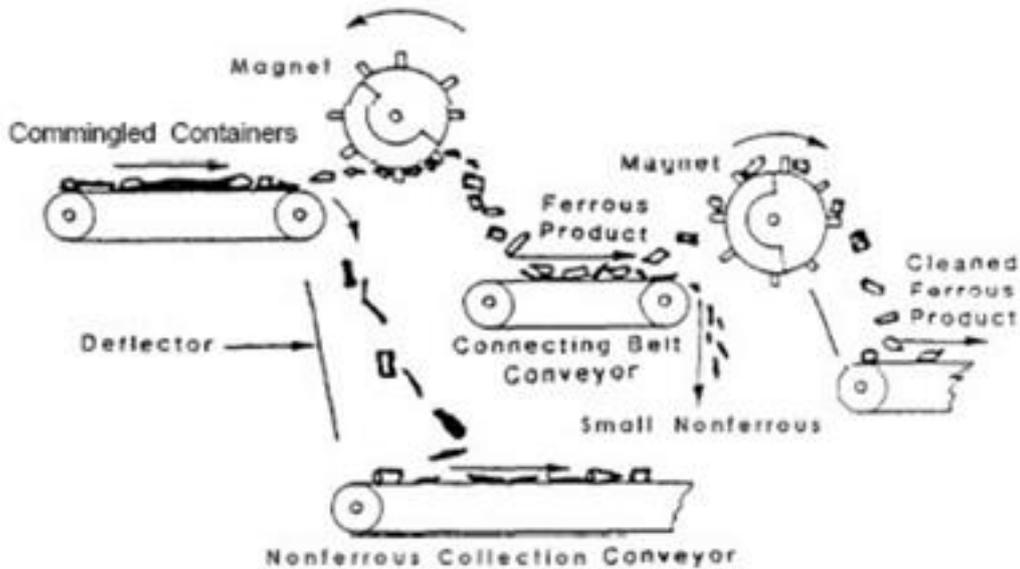


Figura 31: Esquema del tambor múltiple magnético.

Pueden ser montados y suspendidos en línea, correa transversal, o montados como poleas de la cabeza del transportador. El transportador de polea de cabeza magnética está dispuesto de manera que en su funcionamiento, el material a clasificar se pase sobre la polea de tal manera que el material no ferroso caiga a lo largo de una trayectoria diferente que el material ferroso.

El conjunto de imán de tambor puede ser instalado para sobrealimentación o subalimentación y dirige el ferroso a lo largo de una trayectoria diferente a la tomada por el material no ferroso. La cinta magnética, en su forma más simple, consiste en imanes individuales montados entre dos poleas que soportan un mecanismo de cinta transportadora.

- Polea de cabeza magnética

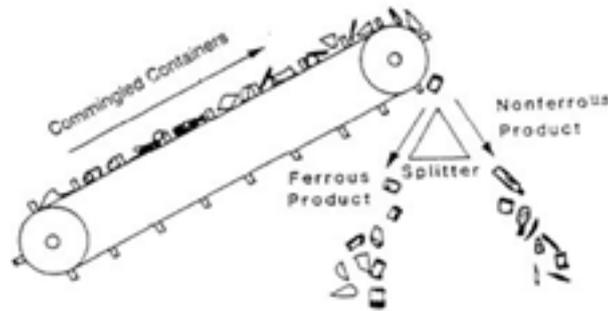


Figura 32: Esquema de polea de cabeza magnética

La eficiencia de la separación magnética se ve afectada por la profundidad del lecho de la corriente de residuos. Para una extracción más completa de hierro, puede considerarse un separador magnético secundario. Componentes del transportador y de la tolva en la proximidad del campo magnético. Debe ser construido de materiales no magnéticos.

- Cinturón magnético

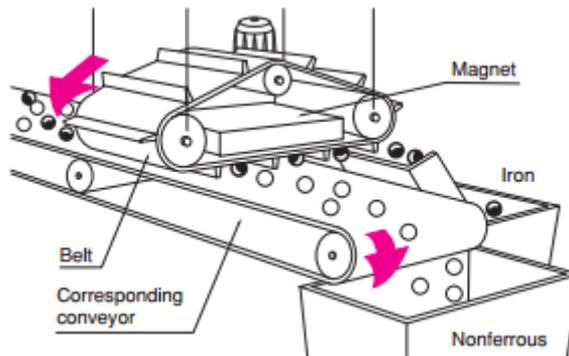


Figura 33: Esquema de cinturón magnético

Este último es el seleccionado, para la elección tuvimos en cuenta el poco espacio que ocupa y la facilidad de ponerlo en serie con en el proceso.

La siguiente etapa es la separación de los metales no-ferrosos, para ellos se lleva el flujo de residuos salientes de la etapa anterior hacia el Eddy current separator (separador de corrientes de Foucault).

La separación de corrientes de Foucault elimina metales no ferrosos basados en la conductividad, y es una tecnología bien probada y establecida para la recuperación de recursos. Aunque existen un amplio número de configuraciones diferentes se usará, en la

instalación propuesta, un tipo de diseño conocido como el separador rotativo de disco. El separador rotativo de discos implica que los materiales "caen libremente" entre discos magnéticos giratorios paralelos, que están compuestos por placas magnéticas permanentes. Los campos magnéticos opuestos crean altos flujos magnéticos que generan corrientes eléctricas dentro de los metales no ferrosos. Las corrientes eléctricas (turbulentas) hacen que estos se desvíen frente a un campo magnético opuesto. La conductividad del metal determina la fuerza de la corriente de Foucault que se puede producir. Dado que el aluminio tiene una baja densidad en relación con su conductividad, se extrae fácilmente utilizando la separación por corriente de Foucault. Esta tecnología puede usarse potencialmente para separar una amplia gama de metales adicionales que tienen valor como plomo, cobre, plata, oro y titanio.

Sin embargo, el único metal no ferroso que se separa es el aluminio. El aluminio es el metal no ferroso más común en los residuos sólidos municipales, representando aproximadamente el 90 por ciento de todos los metales no ferrosos. Si otros metales no féreos son apuntados en el futuro, el sistema podría ser ajustado con procesos de separación adicionales tales como flotación para separar aún más entre estos metales. La eliminación del plomo por ejemplo sería ambientalmente beneficiosa.

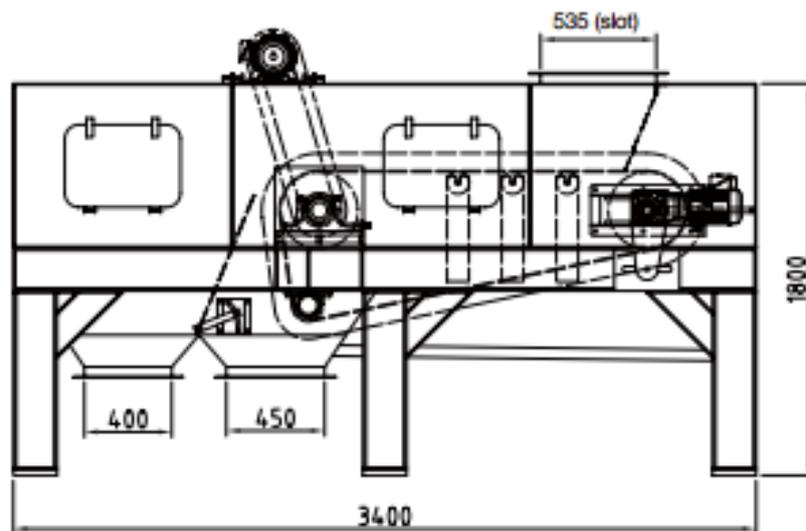


Figura 34: Vista lateral del Eddy Current Separator de la empresa NMI

Una vez separados los metales pasamos a la siguiente etapa, en esta, a través de una *disc-screen* se separa el flujo residuos en dos, en uno se filtraran los materiales menores a los 20mm y en el otro, irán las cosas de mayor tamaño.

La pantalla de disco consta de múltiples ejes paralelos que giran todos en la misma dirección. Los discos están montados en cada uno de estos ejes y espaciados de tal manera que los discos sobre un eje están situados a medio camino entre los discos sobre un eje opuesto. Los ejes y discos están situados de forma relativa entre sí para establecer intersticios fijos a través de los cuales pasará el material de tamaño insuficiente (por ejemplo, vidrio roto o granalla) y el material sobredimensionado es transportado tanto por los discos como por la serie de ejes giratorios. La pantalla del disco causa menos rotura de vidrio en comparación con otras pantallas. La pantalla del disco también ofrece ajuste en el tamaño de apertura y puede ser autolimpiante. Las pantallas de disco son más eficaces cuando la rotura puede ser un problema y cuando el material fino que se va a retirar es más denso que los materiales más grandes; Los materiales más grandes son relativamente redondeados y no impedirán el paso de los materiales finos a la pantalla.

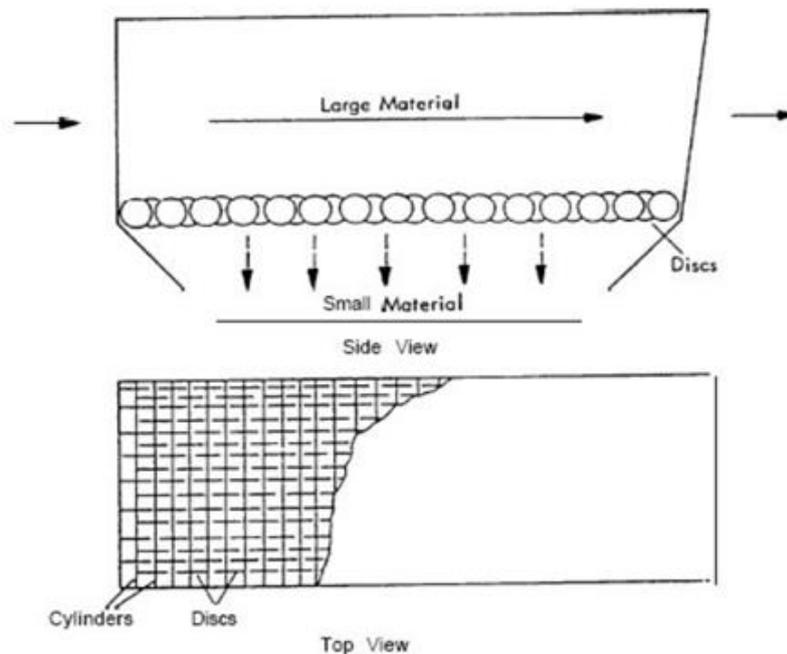


Figura 35: Esquema de funcionamiento de la pantalla de disco

A partir de las siguientes etapas se usan máquinas con sensores, estos pertenecerán a la tecnología desarrollada por la empresa TOMRA. Dichos sensores son como tener una vista excelente, ven mucho más y por ello son capaces de proporcionar más información. Los sensores de alta resolución que se emplean en la tecnología de TOMRA

Sorting funcionan a una velocidad de hasta 320.000 puntos de escaneo por segundo. Esto significa que incluso el más pequeño de los objetos queda siempre dentro del patrón de detección, mientras que los objetos de mayor tamaño pueden explorarse con más precisión que antes.

Ambos flujos que salen de la pantalla de disco seguirán el mismo proceso. Primero pasarán la máquina Autosort, que separará polímeros y papeles y luego, la máquina X-tract que separa vidrios (junto a diminutas piedras) y restos orgánicos.

La máquina Autosort y la X-tract solo pueden separar un solo tipo de material a la vez por lo que el flujo de materiales separará en una primera etapa plásticos y residuos orgánicos. Luego a través de una cinta transportadora se conducirá el flujo sin separar a un depósito de espera y, una vez lleno, se interrumpirá el proceso (al ocurrir esto se dejará de cargar basura al abridor de bolsas) y se abrirá la puerta del depósito circulando este flujo de basura no separada hacia la pantalla de disco. En esta segunda etapa se separaran los papeles y los vidrios.

Una vez completada la segunda etapa quedará un remanente de basura sin separar, esta vez el flujo que no separado se guardará en un depósito para luego ser enviado a un proceso de vertido controlado.

De los polímeros separados por la máquina Autosort, utilizaremos un separador de plástico que se aprovecha de las distintas densidades que tiene los diferentes tipos de plásticos para separarlos.

Los plásticos se clasifican en:

- PP (Polypropylene)
- PE (Polyethylene)
- PS (Polystyrene)
- PET (Polyethylene Terephthalate)
- PVC (Polyvinnyl Chloride).

Tabla VI: Densidades de los plásticos

Material	Densidad(g/cm3)
PP	0,90 – 0,92

PE 0,95 – 0,97

PS 1,05 – 1,07

PET 1,33 – 1,39

Fuente: “Industria Del Plástico”-Richardson

Vamos a utilizar cuatro tanques de flotación para separarlos por densidades aprovechándonos que son diferentes en cada tipo. El PVC tiene una densidad similar al PET y por lo tanto no se pueden separar pero no se tiene en cuenta en este proyecto por la escasa proporción que se puede encontrar en los RSU de este material. No obstante, en un futuro se puede contemplar la incorporación de una nueva tecnología para separarlo.

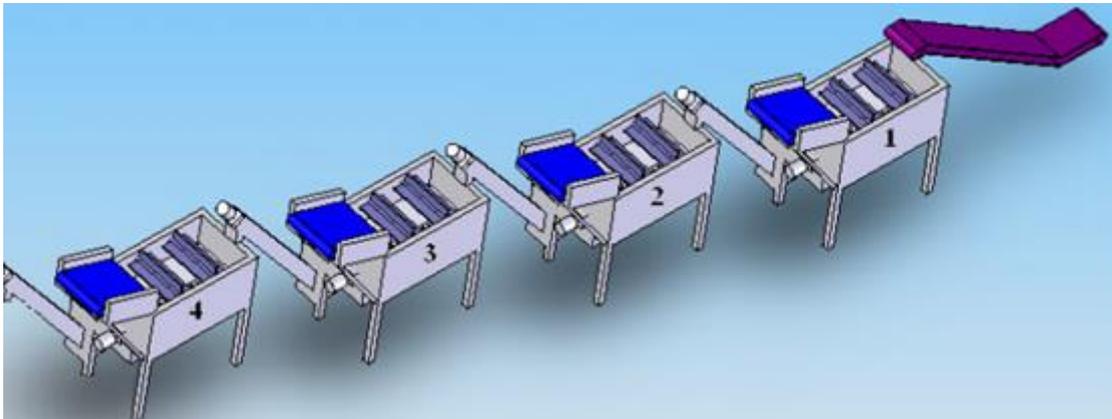


Figura 36: Representación de los tanques de flotación

Estos materiales caen en el tanque del flotador, en la parte posterior. Entonces el material ligero flota y los materiales pesados se hunden. El material ligero es empujado hacia adelante a un transportador por partes de balanceo del tanque de flotador. Los materiales pesados se toman de la parte inferior del tanque por tres tornillos transportadores. Los plásticos mezclados son transportados al primer tanque de flotación. En este tanque, el PP se retira y los materiales más pesados son arrojados a un segundo tanque de flotación. El PE se retira en este tanque. El mismo proceso se repite en cada uno de los tanques de flotación. El tercer tanque ordena PS. El cuarto tanque separa el PET.

Por último conviene tener una empacadora, esta es un sistema de embalaje comprimido que se utiliza para comprimir materiales como papel, latas de metal y botellas de plástico para el transporte.

La empacadora Breeze Mini de la empresa Flexus maneja hasta 10 toneladas por hora a alrededor de 25 kW de potencia. Alta fiabilidad para el funcionamiento estacional o irregular, con alta eficiencia energética como una característica remarcable.

Además está equipado con una unidad de envoltura montada en la parte inferior. Los fardos envueltos son eyectados sobre un transportador de rodillos para luego ser acomodados por un tractor pala en el depósito.

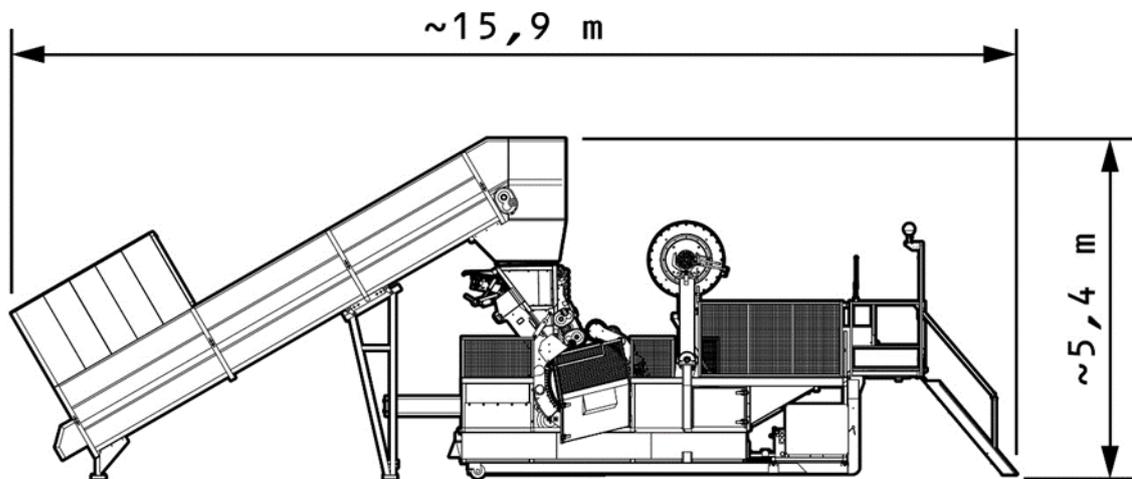


Figura 37: Vista lateral empacadora

En el anexo del proyecto se adjuntan las fichas técnicas de las máquinas y una tabla con la capacidad teórica de cada una. Para la cantidad de residuos que trabajaría la planta estas capacidades no ocasionan ningún “cuello de botella”.

5.4. Tratamiento de Efluentes

En este caso, el único tratamiento que debe realizarse es para las aguas residuales obtenidas de los RSU recientemente arribados a la planta, donde la misma drena gracias al piso inclinado antes de iniciarse el proceso de separación y clasificación, como para las aguas obtenidas de los residuos orgánicos ya clasificados.

Este tratamiento se realiza para eliminar los contaminantes del agua de forma que esta sea apta para recircular y ser utilizada nuevamente. Los procesos que se le aplican pueden ser físicos, biológicos y químicos.

La Demanda Biológica de Oxígeno es una medida de la cantidad de oxígeno disuelto en agua que requiere un agua residual para degradar la materia orgánica y contaminante de la misma. La DBO es una medida de fuerza que mientras mayor sea la concentración de materia orgánica degradable en el agua, mayor será esta y se expresa en oxígeno consumido (DBO/L).

Por otro lado tenemos la Demanda Química de Oxígeno, esta es utilizada para contrarrestar los organismos que resisten a la biodegradación ya que a estos no se los puede contrarrestar con la prueba de DBO. En este caso, se agrega un compuesto fuerte para oxidar por completo el agua y se mide en mg O₂/L.

Si se toma una composición promedio y lógica de residuos con aproximadamente 50% de materia orgánica, se tiene dentro de esta mezcla unos 300 Kg de agua por tonelada de residuos. A partir del método de secado utilizado en nuestro proceso, que consiste en dejar drenar el agua por dos días en una superficie inclinada para que esta caiga por efecto de la gravedad, se obtiene el 60% de ese total de agua. Esto da como resultado del proceso 15,3 m³ de agua por día que deben ser tratados.

En primer lugar se pensó en colocar dentro de la empresa una planta compacta para tratar nuestros efluentes. Estas plantas compactas se caracterizan por su alta eficiencia y pequeño tamaño, con 30 ppm de DBO₅ de promedio diario asegurado y sistema auto limpiante que evita obstrucciones, son completamente automáticas y fáciles de operar. Pero luego de investigarlas concluimos que los modelos Estándar van de 60 a 400 m³ / día. Por lo que fueron descartadas ya que las más chicas superan ampliamente la cantidad de agua a tratar y no se justifica la instalación.

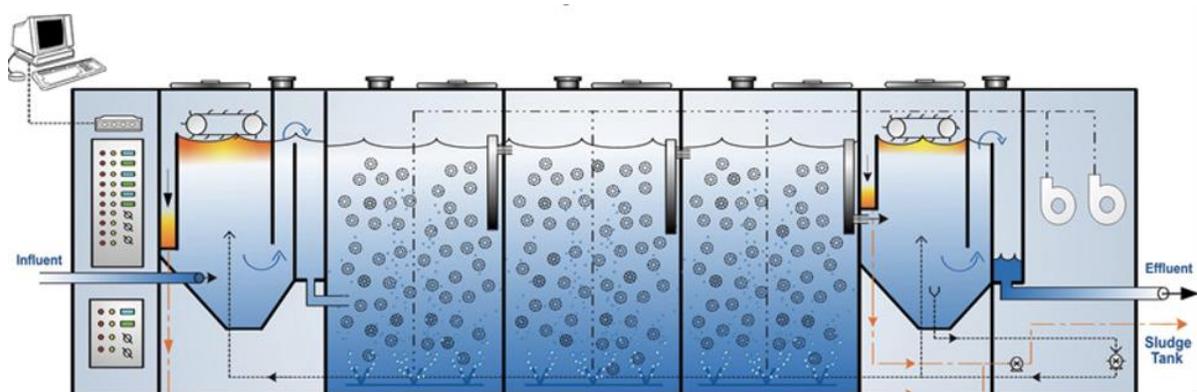


Figura 38: Diagrama Planta compacta de Tratamientos de Efluentes

Se buscó otra alternativa para el tratamiento de los mismos y se decidió almacenar los efluentes en un tanque para que al final de cada día un camión atmosférico lo descargue, siendo esta misma empresa que se encarga de la descarga, la que realizara el tratamiento de los mismos. La empresa elegida es “Mi País”, dedicada al retiro, transporte y disposición final de los residuos líquidos generados en industrias. Cuentan con camiones de 12, 18 ,24 y 36 m³ por lo que satisfacen nuestras necesidades correctamente, además de esto están ubicados en la zona norte de la Provincia de Buenos Aires por lo que no hay ningún impedimento para que lleven a cabo su trabajo.

6. Estudio de la recolección

El objetivo de este estudio logístico fue el de optimizar los recorridos en función de que los gastos de recolección sean los mínimos posibles. Para ello se minimizó la distancia a recorrer por camión teniendo en cuenta su capacidad máxima, ya que un exceso en el peso cargado traería como consecuencia una disminución en la vida útil del mismo.

Debido a las reglamentaciones internas de algunos barrios cerrados, se optó por el camión Ford Cargo 916, este tiene una capacidad de hasta 6 TN y se le pueden adaptar diferentes cajas dependiendo del trabajo a realizar.

Para lograr esto en primer lugar se dividió a la zona de trabajo en sub-zonas, agrupando los barrios cerrados según su cercanía. A partir de estas sub zonas se comenzaron a trazar los primeros recorridos optimizando la carga de los camiones. De aquí se concluyó que en la mayoría de los casos lo conveniente es hacer la recolección una vez cada dos días.

Luego hubo que hacer un análisis más detallado debido a casos especiales en los que la cantidad de basura generada es demasiada por lo que hay que hacer la recolección todos los días o dos veces por día.

Y por último se analizó el caso de los countries aislados o que no pudieron juntarse en un recorrido con otros cercanos pero a los que hay que abastecer igual por más que el costo sea mayor.

Como resultado se obtuvieron los siguientes recorridos:

Tabla VII: Recorrido 1

Barrio	1 día(tn)	2 días(tn)	lotes		
jagüel	0,92	1,84	200		
la cuesta	0,552	1,104	120		
los girasoles	0,069	0,138	15		
la escondida	0,276	0,552	60		
Los cerrillos	0,156	0,312	34	km ext	km tot
	total	3,946	429	40	61,4456522

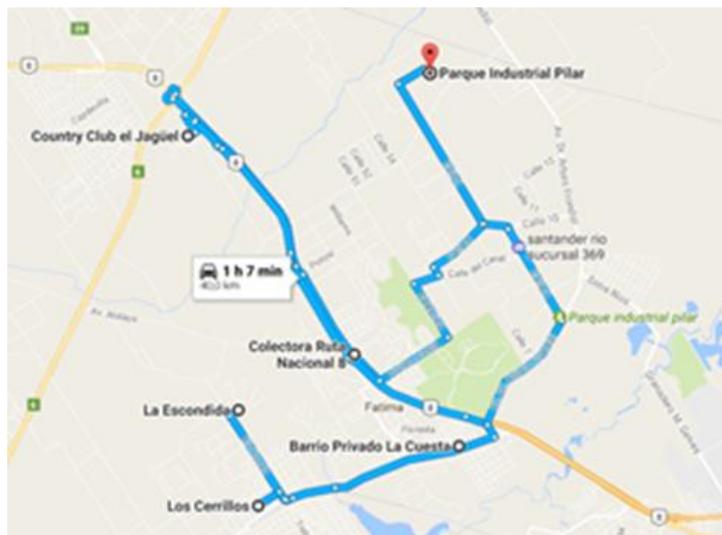


Figura 39: Recorrido 1

Tabla VIII: Recorrido 2

Barrio	1 día(tn)	2 días(tn)	lotés		
San francisco	1,4536	2,9072	316		
la retama	0,3036	0,6072	66		
lomas de Fátima	0,36	0,72	78		
soles de pilar	0,15	0,3	33		
la cautiva	0,28	0,56	61		
				km ext	km tot
	total	5,0944	554	27,2	54,8869565

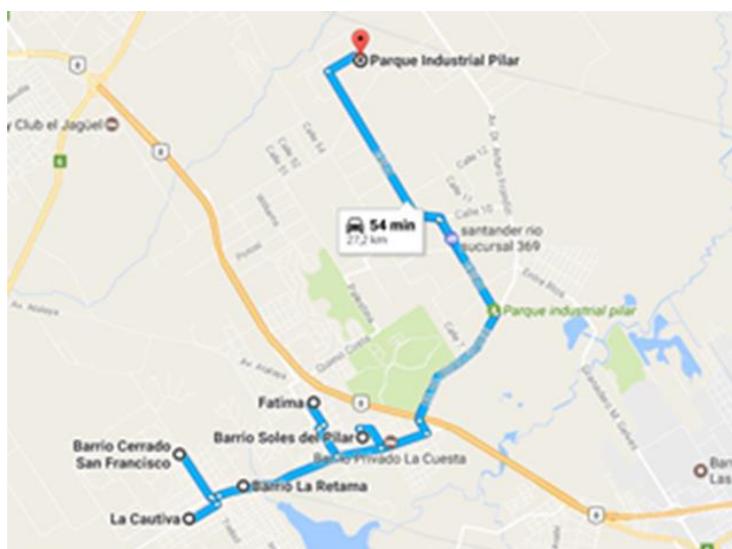


Figura 40: Recorrido 2

Tabla IX: Recorrido 3

Barrio	1 día(tn)	2 días(tn)	lotes	km ext	km tot
altos de manzanares	0,92	1,84	200		
los alcanfortes	0,88	1,76	191		
parque irizar	0,69	1,38	150		
total		4,98	541	29,9	56,9652174

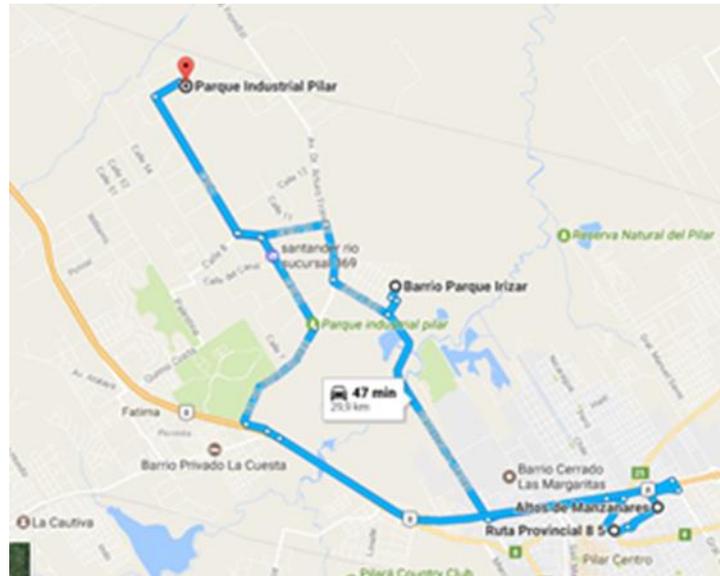


Figura 41: Recorrido 3

Tabla X: Recorrido 4

Barrio	1 día(tn)	2 días(tn)	lotes	km ext	km tot
estancia de pilar	5,52		1200	33,1	93,1

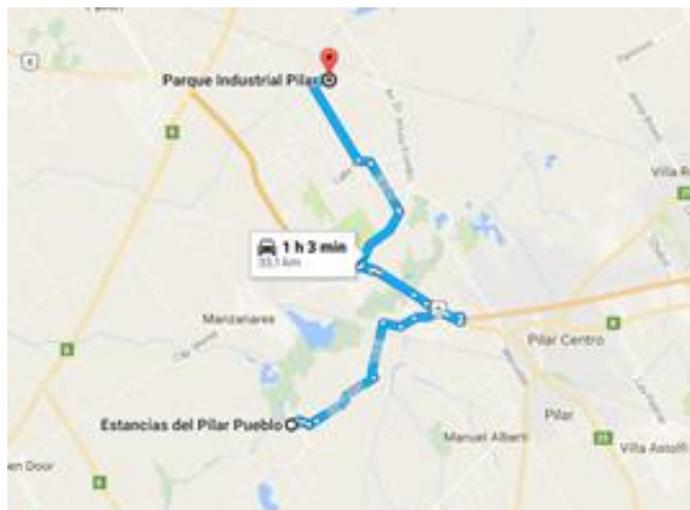


Figura 42: Recorrido 4

Tabla XI: Recorrido 5

Barrio	1 día(tn)	2 días(tn)	lotes		
La candela	0,14	0,28	30		
el portal de pilar	0,433	0,866	94		
la Martinica	1,01	2,02	220		
san jerónimo	0,069	0,138	15		
pilar house	0,433	0,866	94		
las margaritas	0,258	0,516	56		
la Otilia	0,207	0,414	45		
barrio parque matheu	0,19	0,38	41	km ext	km tot
	total	5,48	596	57,1	86,8826087

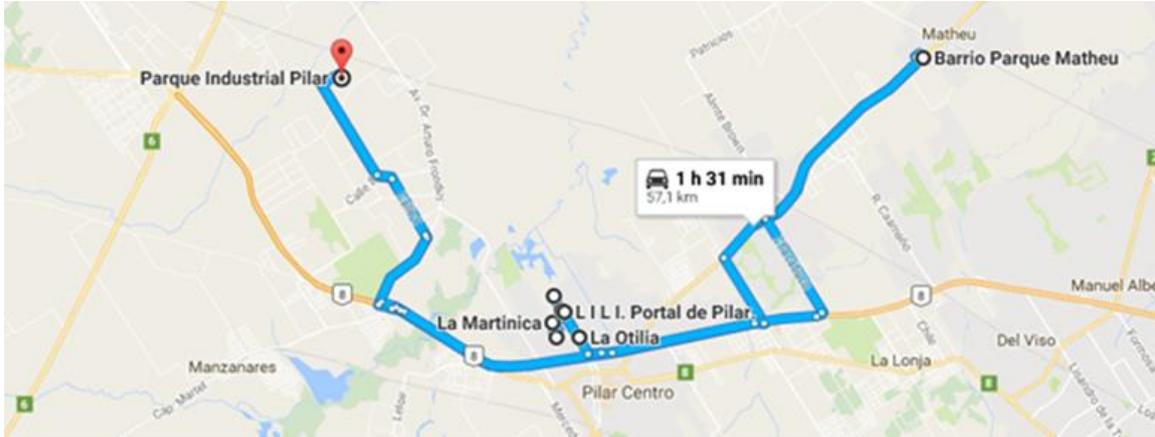


Figura 43: Recorrido 5

Tabla XII: Recorrido 6

Barrio	1 día(tn)	2 días(tn)	lotes		
segundas colintas	0,46	0,92	100		
parque villa rosa	0,69	1,38	150		
sausalito	1,66	3,32	361	km ext	km tot
		5,62	611	57,1	87,6434783

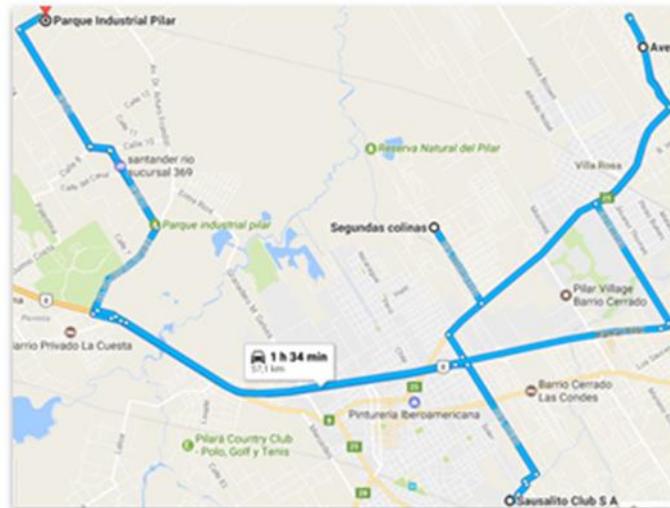


Figura 44: Recorrido 6

Tabla XIII: Recorrido 7

Barrio	1 día(tn)	2 días(tn)	lotes	km ext	km tot
guido(ex san francisco)	0,124	0,248	27		
la campiña	0,51	1,02	111		
la delfina	1,84	3,68	400		
		4,948	538	40,1	66,9913043

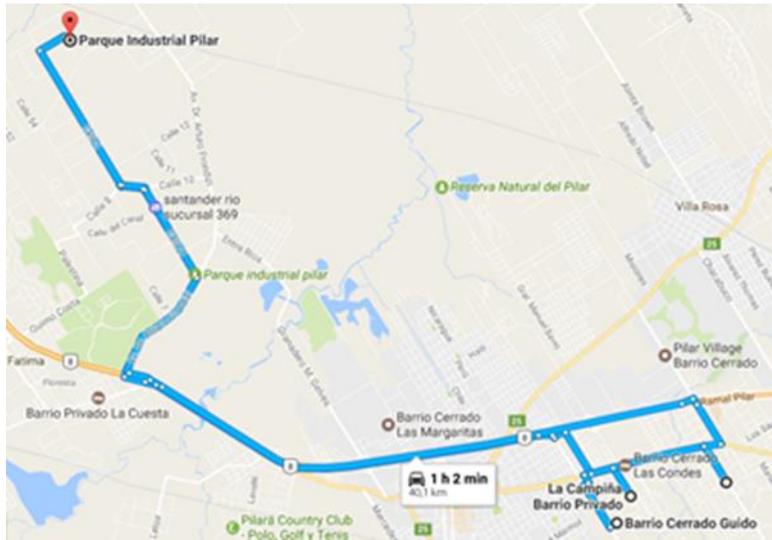


Figura 45: Recorrido 7

Tabla XIV: Recorrido 8

Barrio	1 día(tn)	2 días(tn)	lotes	km ext	km tot
la ribera (misiones)	0,49	0,98	107		
el silencio	0,138	0,276	30		
parque buen retiro	0,47	0,94	102		
Haras de Pilar 2	1,334	2,668	290		
		4,864	529	41,3	67,7347826

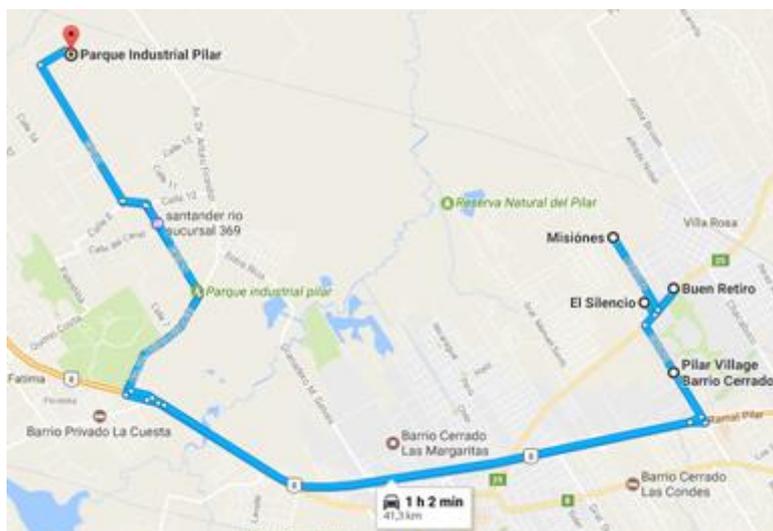


Figura 46: Recorrido 8

Tabla XV: Recorrido 9

Barrio	1 día(tn)	2 días(tn)	lotes		
pilar del este	2,32	4,64	504		
santa silvina	0,423	0,846	92		
el rincón de retama	0,082	0,164	18	km ext	km tot
		5,65	614	55,5	86,2065217

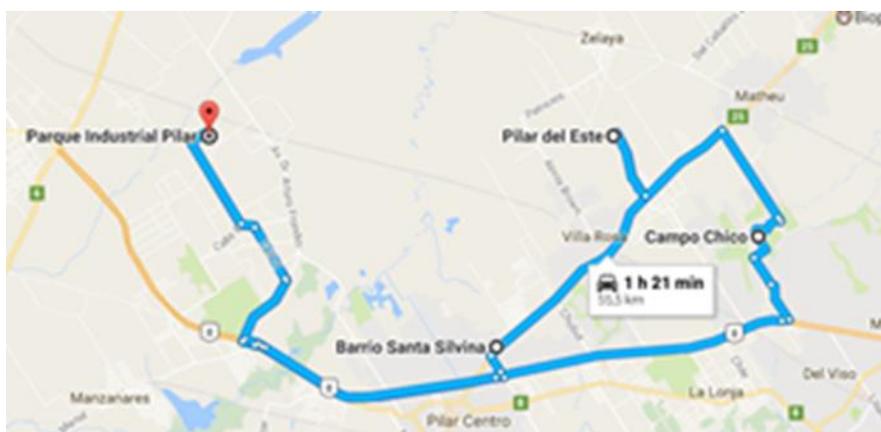


Figura 47: Recorrido 9

Tabla XVI: Recorrido 10

Barrio	1 día(tn)	2 días(tn)	lotés	km ext	km tot
la Emilia	2,9	5,8	630	28	59,0217391

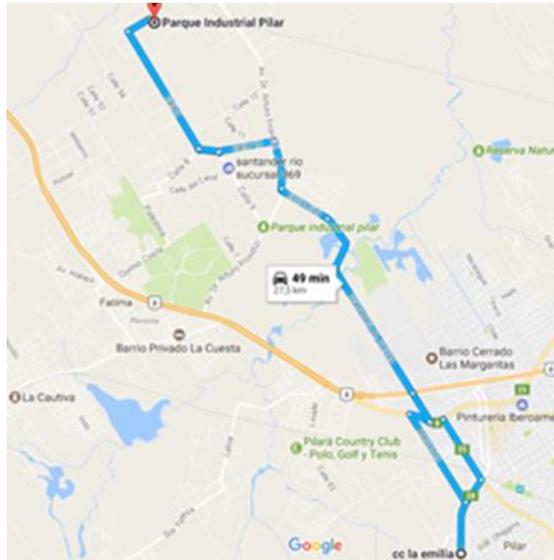


Figura 48: Recorrido 10

Tabla XVII: Recorrido 11

Barrio	1 día(tn)	2 días(tn)	lotés	km ext	km tot
rocíos de pilar	0,14	0,28	30		
Casablanca	0,435	0,87	95		
palmares de pilar	0,31	0,62	67		
la reserva	0,183	0,366	40		
la casualidad	0,78	1,56	170		
camino country club	0,46	0,92	100		
las condes	0,414	0,828	90		
la legua	0,23	0,46	50		
		5,904	642	58,9	90,9869565

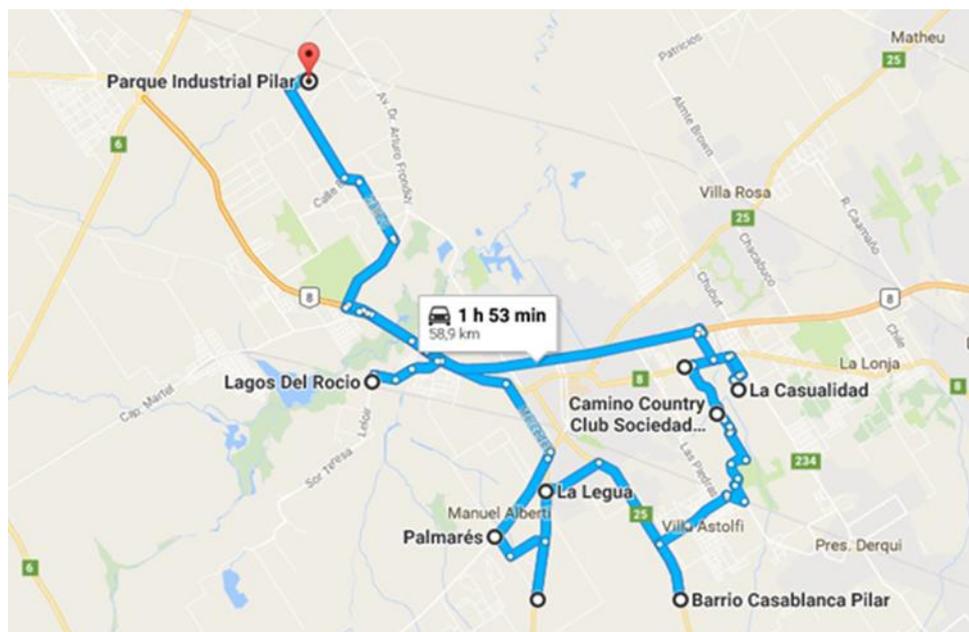


Figura 49: Recorrido 11

Tabla XVIII: Recorrido 12

Barrio	1 dia(tn)	2 dias(tn)	lotes		
la rinconada	0,344	0,688	75		
la tranquera	0,45	0,9	98		
el molino	0,13	0,26	28		
san Manuel	0,1	0,2	22		
el zorzal	0,19	0,38	41	km ext	km tot
		2,428	264	51,1	64,2956522

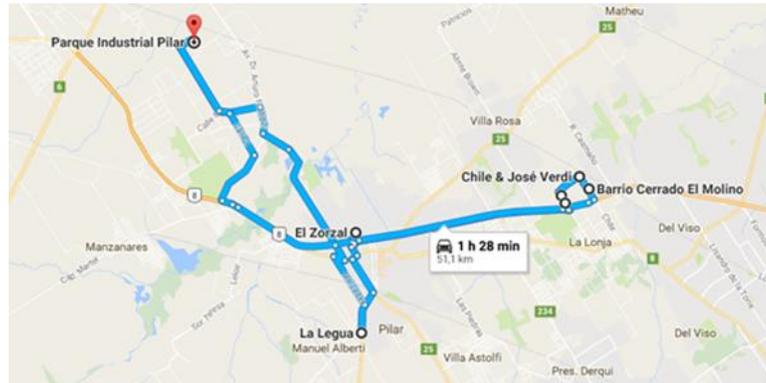


Figura 50: Recorrido 12

Tabla XIX: Recorrido 13

Barrio	1 dia(tn)	2 dias(tn)	lotes	km ext	km tot
mapuche	4,04		878		
la masia	0,49		107		
los fresnos	0,472		103		
	5,002		1087	45,5	99,8695652

*Este recorrido se realiza una vez por día.

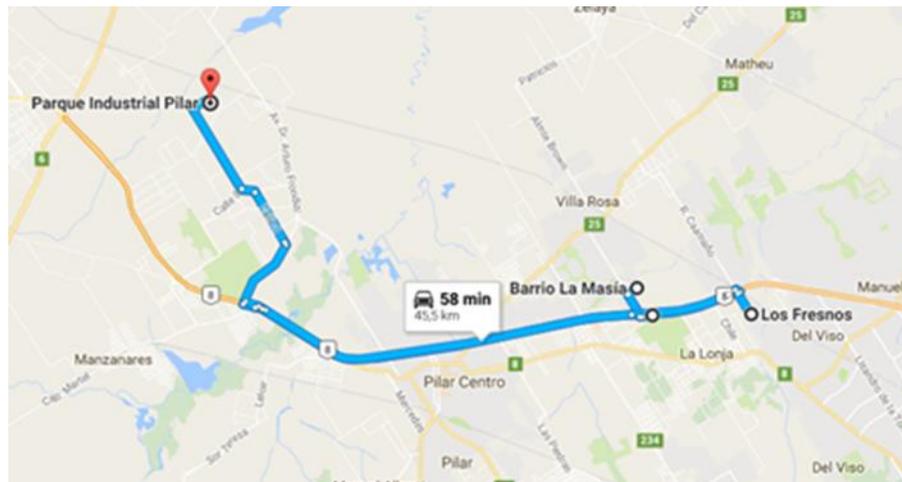


Figura 51: Recorrido 13

Tabla XX: Recorrido 14

Barrio	1 dia(tn)	2 dias(tn)	lotes	km ext	km tot
los eucaliptos	2,5	5	543	40,1	67,273913

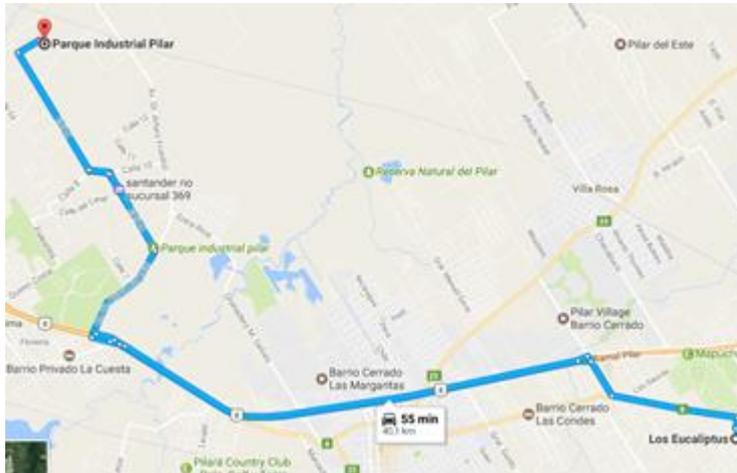


Figura 52: Recorrido 14

Tabla XXI: Recorrido 15

Barrio	1 dia(tn)	2 dias(tn)	lotes		
saint mathews	1,04	2,08	226		
los jazmines	1,84	3,68	400	km ext	km tot
		5,76	626	54,7	86,0043478

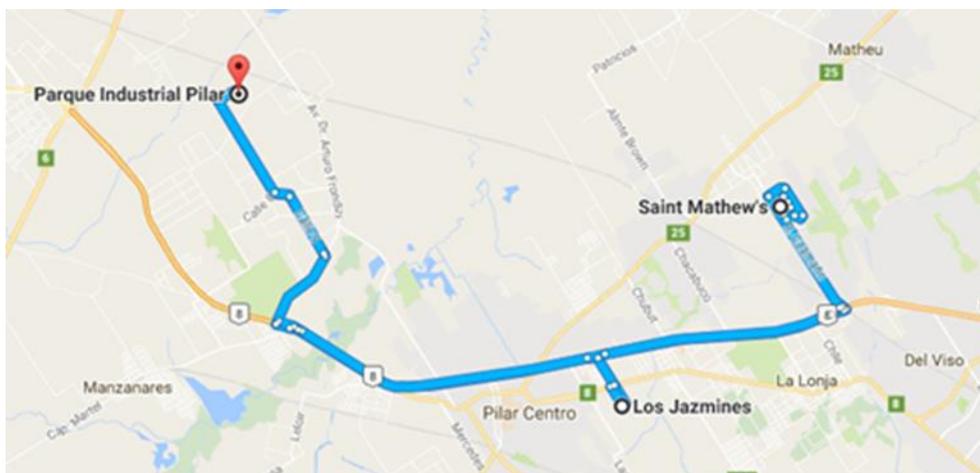


Figura 53: Recorrido 15

Tabla XXI: Recorrido 16

Barrio	1 dia(tn)	2 dias(tn)	lotos	km ext	km tot
la lomada	2,76	5,52	600	44,2	74,2

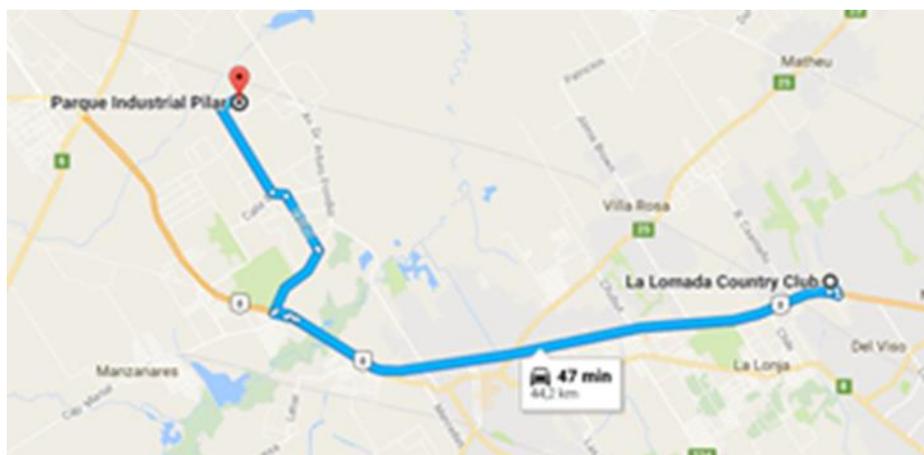


Figura 54: Recorrido 16

Tabla XXII: Recorrido 17

Barrio	1 dia(tn)	2 dias(tn)	lotos	km ext	km tot
la caballeriza el establo	0,65	1,3	141		
haras del pilar	1,06	2,12	230		
la pradera	0,92	1,84	200		
		5,26	572	61,8	90,3869565

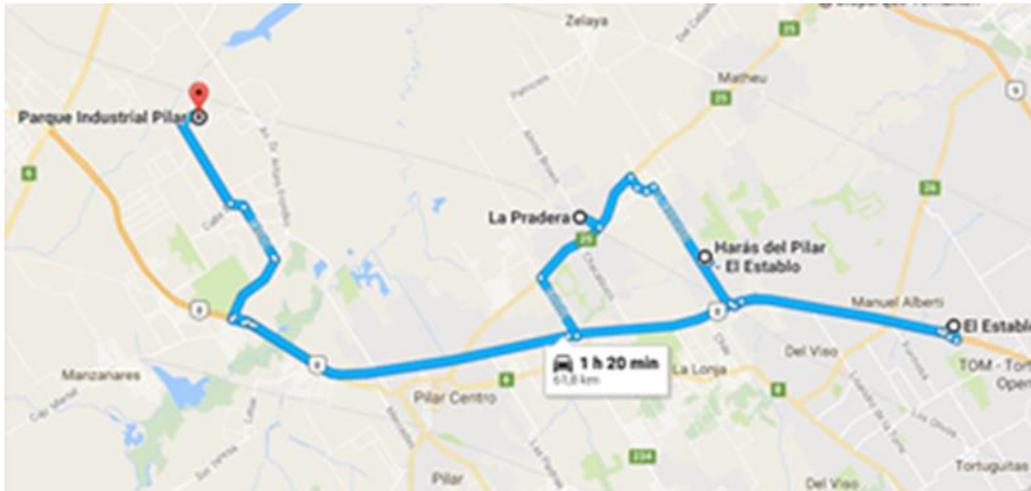


Figura 55: Recorrido 17

Tabla XXIII: Recorrido 18

Barrio	1 día(tn)	2 días(tn)	lotes	km ext	km tot
Montecarlo	10,12		2200	45,1	155,1

*Se realizan dos recorridos diarios

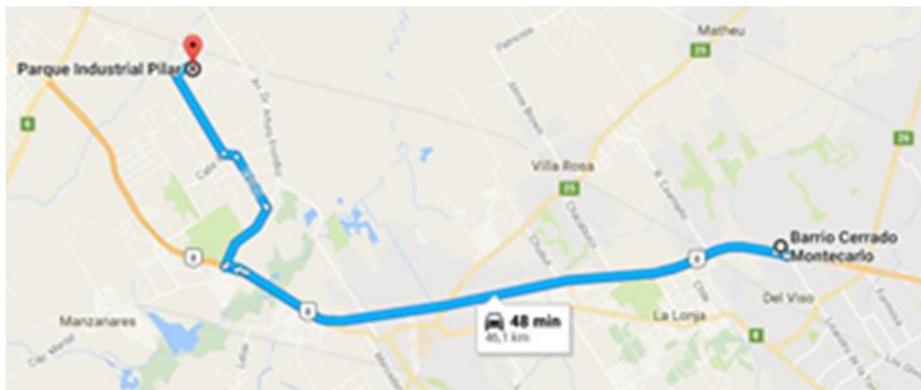


Figura 56: Recorrido 18

Tabla XXIV: Recorrido 19

Barrio	1 día(tn)	2 días(tn)	lotes	km ext	km tot
los sauces	0,81		176		
los pilares	1,8		391		
ayres de pilar	3,18		691		
	5,79		1259	54,4	117,334783

*Se realiza un recorrido diario

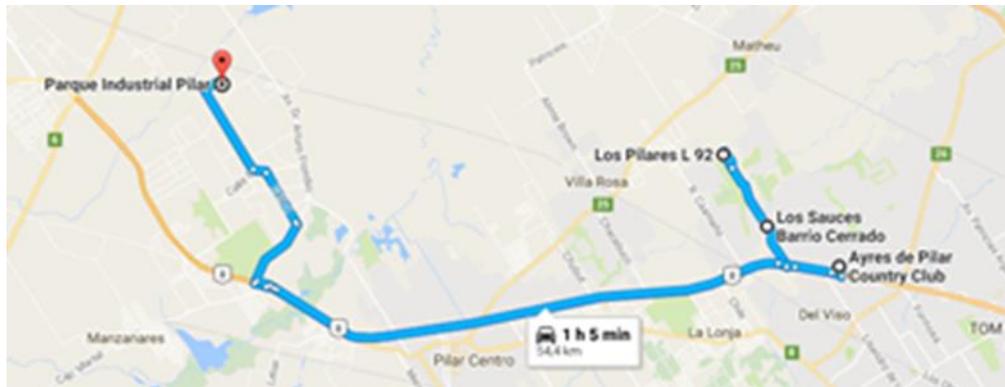


Figura 57: Recorrido 19

Tabla XXV: Recorrido 20

Barrio	1 día(tn)	2 días(tn)	lotes		
los robles del monarca	0,74	1,48	161		
pilar joven	0,097	0,194	21		
altos de golf	0,138	0,276	30		
la peregrina	1,04	2,08	226		
barrio parque del viso	0,41	0,82	89		
el castro	0,14	0,28	30	km ext	km tot
		5,13	558	76,5	104,380435

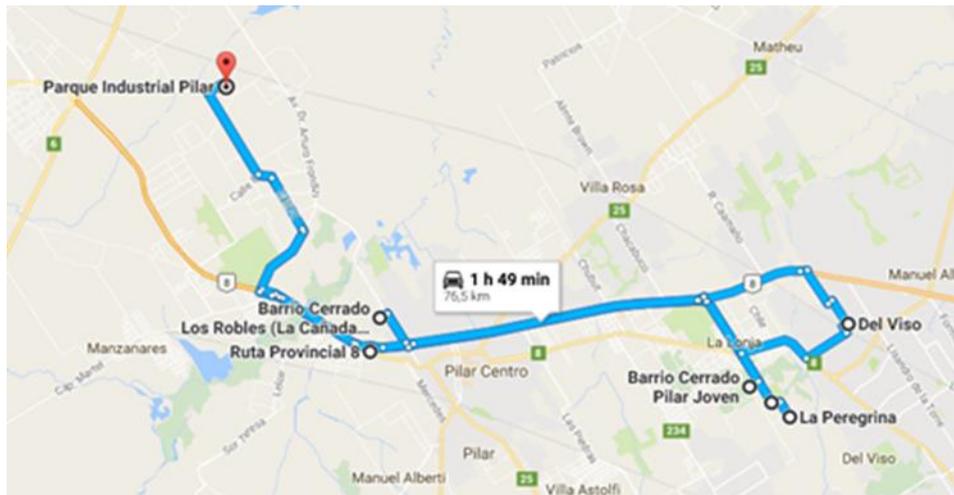


Figura 58: Recorrido 20

Tabla XXVI: Recorrido 21

Barrio	1 día(tn)	2 días(tn)	lotes		
los boulevares	0,42	0,84	91		
altos de pilar	0,32	0,64	70		
pilar green park	0,45	0,9	98		
el barranco	1,61	3,22	350	km ext	km tot
		5,6	609	64,2	94,6347826

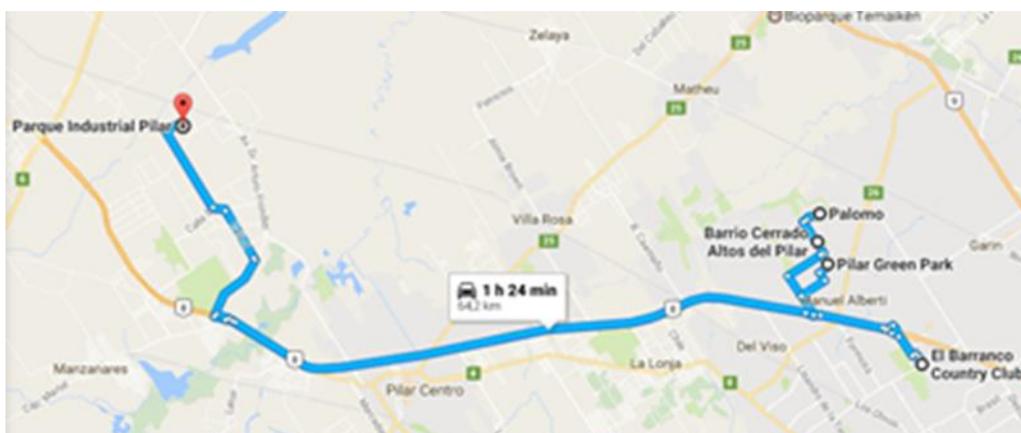


Figura 59: Recorrido 21

Tabla XXVII: Recorrido 22

Barrio	1 día(tn)	2 días(tn)	lotes
--------	-----------	------------	-------

galapagos	1,1	2,2	239		
la montura	0,56	1,12	122		
senderos	0,46	0,92	100		
la herradura	0,125	0,25	27		
pilar privado	0,1	0,2	22		
las araucarias	0,35	0,7	76	km ext	km tot
		5,39	586	74,8	104,093478

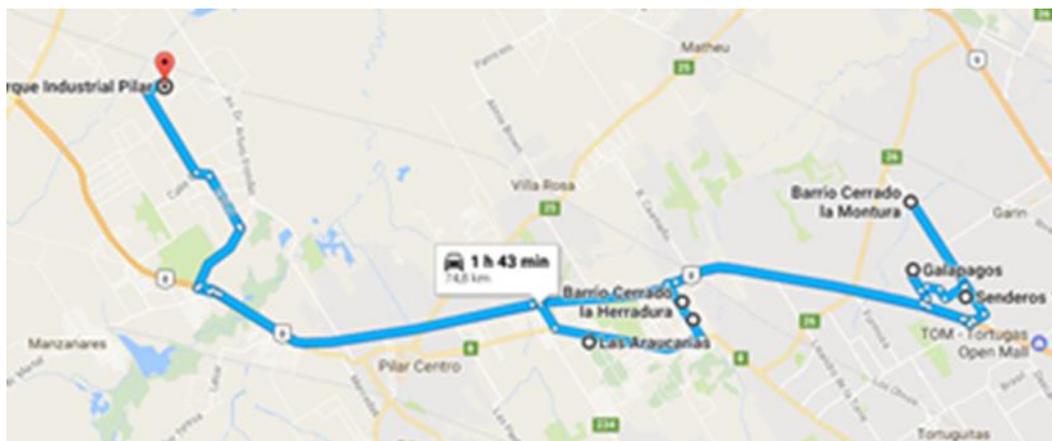


Figura 60: Recorrido 22

Tabla XXVIII: Recorrido 23

Barrio	1 día(tn)	2 días(tn)	Lotes	km ext	km tot
El recodo	11,04		2400	64,5	184,5

*Se realizan dos recorridos diarios

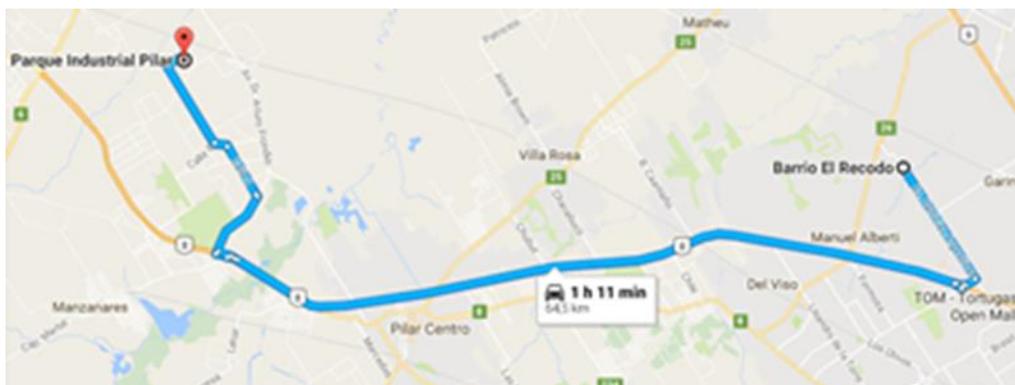


Figura 61: Recorrido 23

Tabla XXIX: Recorrido 24

Barrio	1 día(tn)	2 días(tn)	Lotes		
las liebres	1,36	2,72	296		
los tacos	0,39	0,78	85		
los laureles	0,43	0,86	93		
el estribo	0,21	0,42	46		
la chacra	0,082	0,164	18	km ext	km tot
		4,944	537	67,6	94,4695652

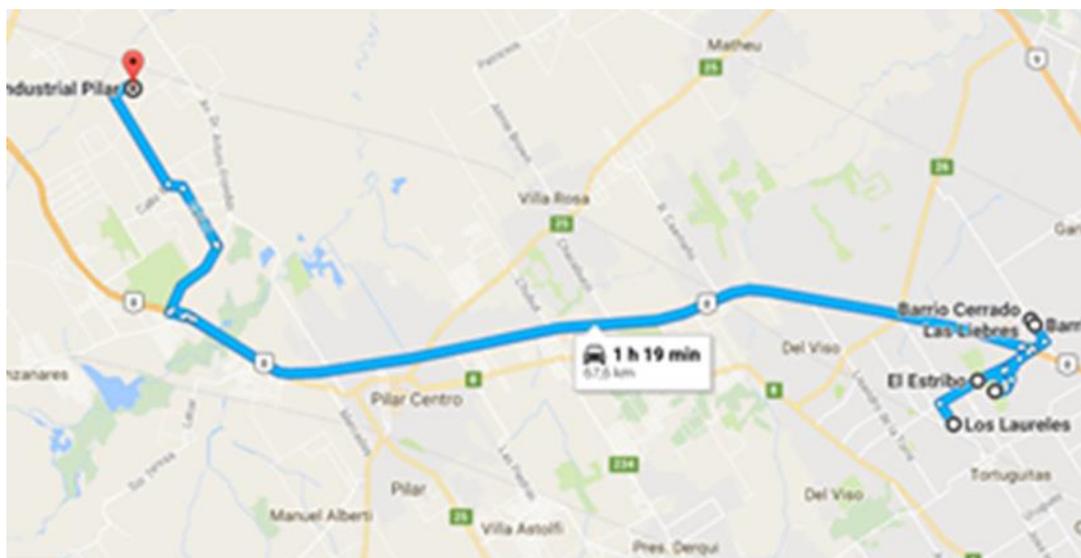


Figura 62: Recorrido 24

Tabla XXX: Recorrido 25

Barrio	1 día(tn)	2 días(tn)	Lotes		
el tejar	0,19	0,38	41		
santa María de los olivos	0,65	1,3	141	km ext	km tot
		1,68	183	66,8	75,9304348

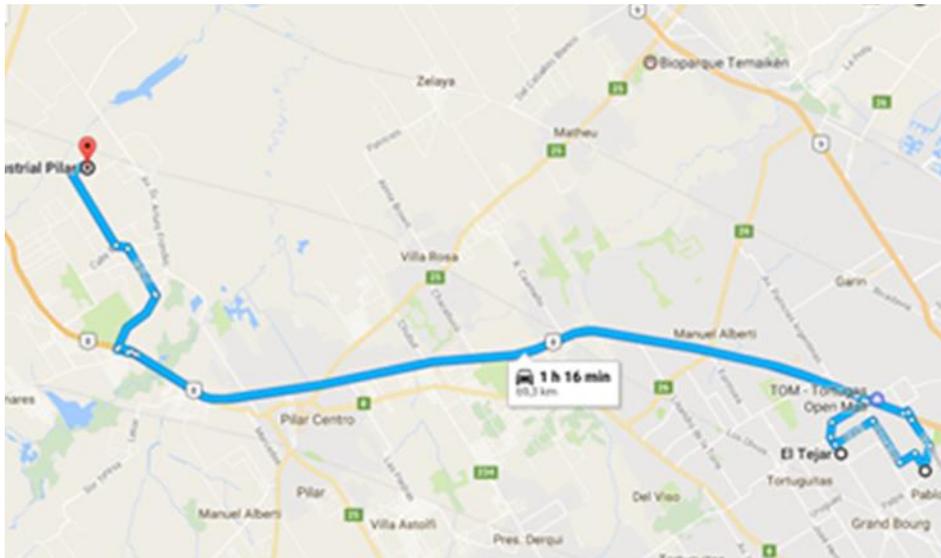


Figura 63: Recorrido 25

Luego de aplicar esta metodología de los recorridos mínimos considerando la restricción de la capacidad, se obtuvieron los anteriormente detallados 25 recorridos. De los cuales dos se realizan dos veces al día, uno diariamente y el resto cada dos días.

Para abastecer estos circuitos de recolección se deben tener siete camiones Ford Cargo 916 y contar con 8 equipos de recolectores debido a que una vez por semana cada equipo tiene libre.

Estos recorridos abarcan la totalidad de los countries ubicados en la zona de Pilar, como se ve luego en el análisis económico – financiero no se comienza con el 100% de este mercado.

7. Layout

7.1. Diseño

A través de la herramienta Microsoft Visio se realizó el Layout de la planta. Todas las máquinas y cintas transportadoras se encuentran dibujadas a escala. La escala que se elige para poder exponerlo de forma prolija es 1:200.

Cabe aclarar que si bien no se tuvieron en cuenta cuestiones de seguridad, instalaciones eléctricas, hidráulicas ni tampoco las tuberías de gas ya que no formaban parte del alcance del proyecto, no influirían demasiado en la disposición que proponemos para las máquinas y aéreas de depósitos.

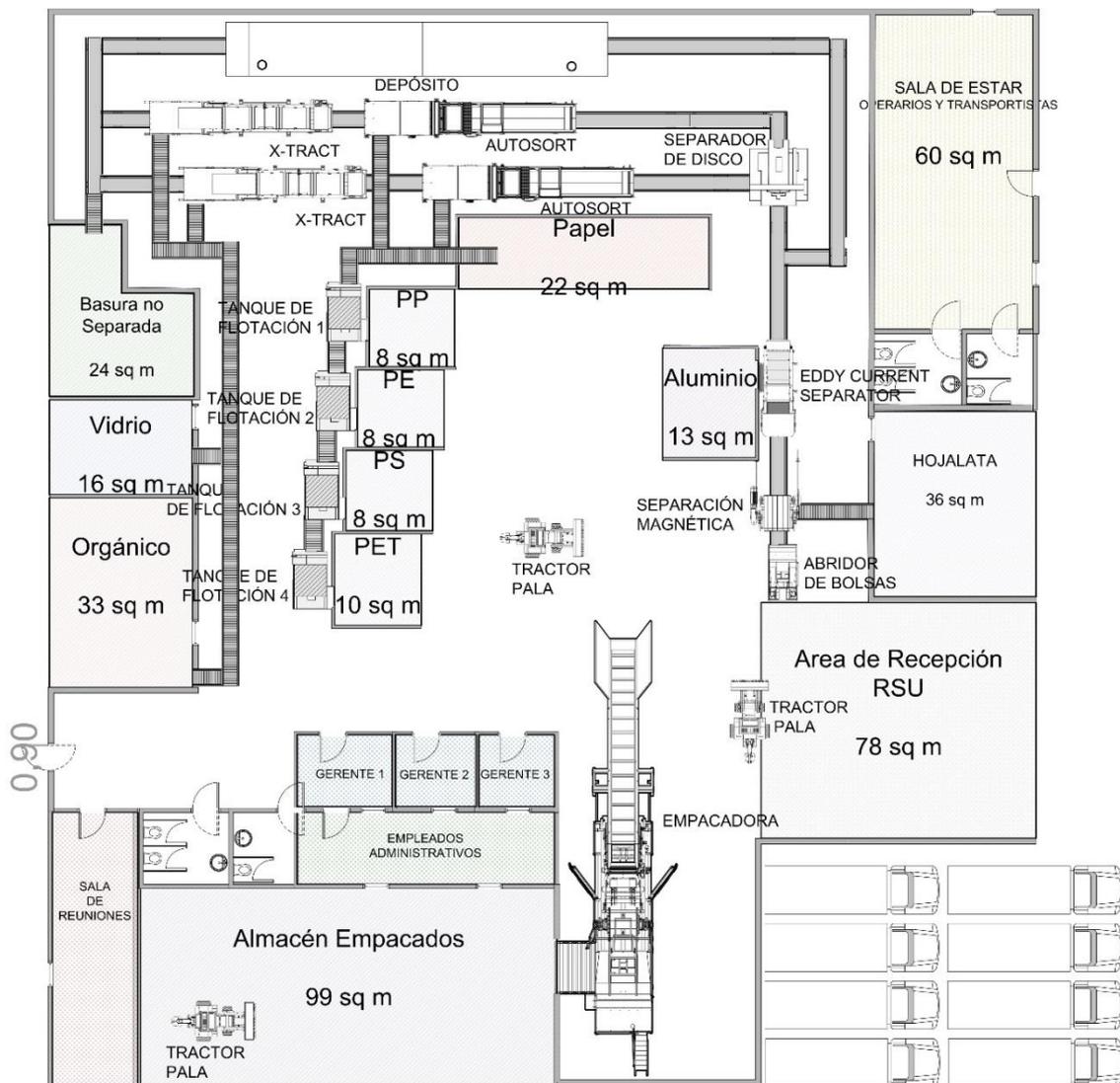


Figura 64: Layout de planta

Para la realización del dimensionamiento de la planta y distribución de las máquinas se extrajo de sus fichas técnicas (que se encuentran en el anexo) el tamaño de estas. Se muestran en la siguiente tabla:

Tabla XXXI: Dimensiones de las máquinas

Máquina	ancho	largo	altura
Abridor de bolsas	1.05	1.98	2.41
Separador magnético	2.8	2.15	1.56
Eddy Current Separator	1.33	3.4	1.8
Separador de disco	2.3	2.11	1.39
AUTOSORT	2.8	7.4	2.6
X-TRACT	1.9	6.535	2.265
Separador de plásticos	1.986	3.108	1.68

7.2. Visualización de las etapas del proceso

A continuación se exponen las dos etapas del proceso marcando con color verde las cintas transportadoras que se activan en cada etapa.

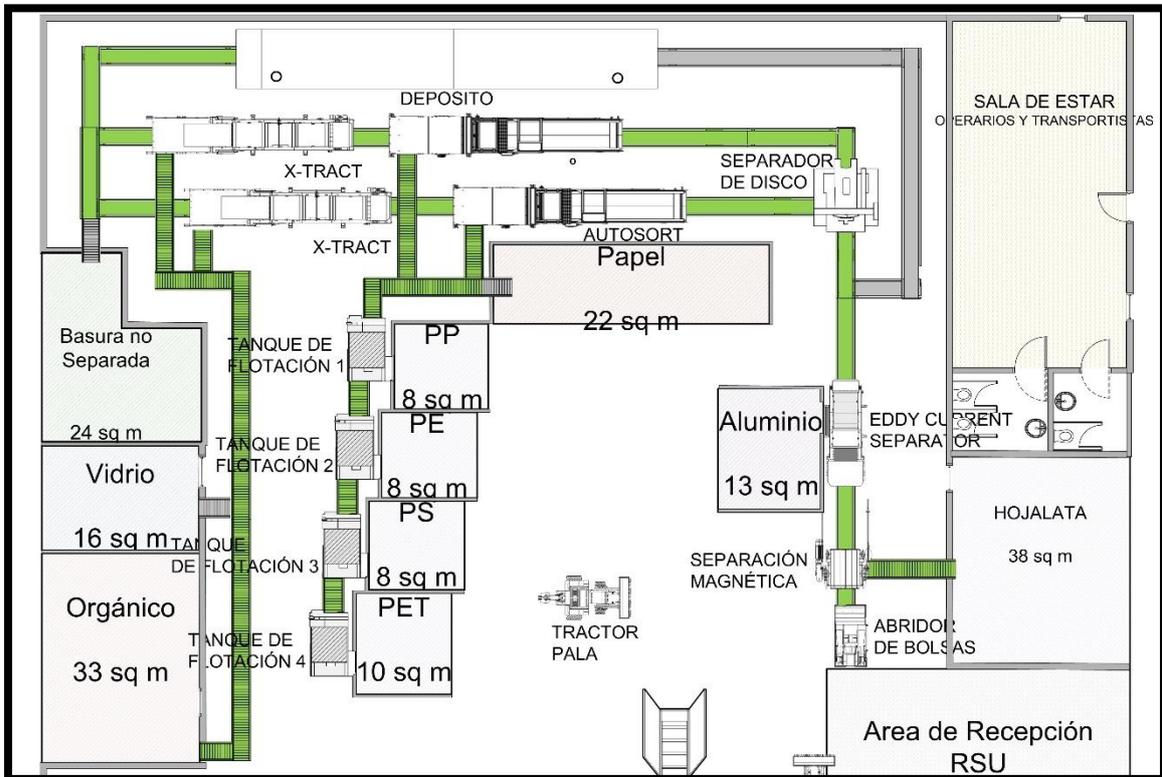


Figura 65: Primera etapa del proceso

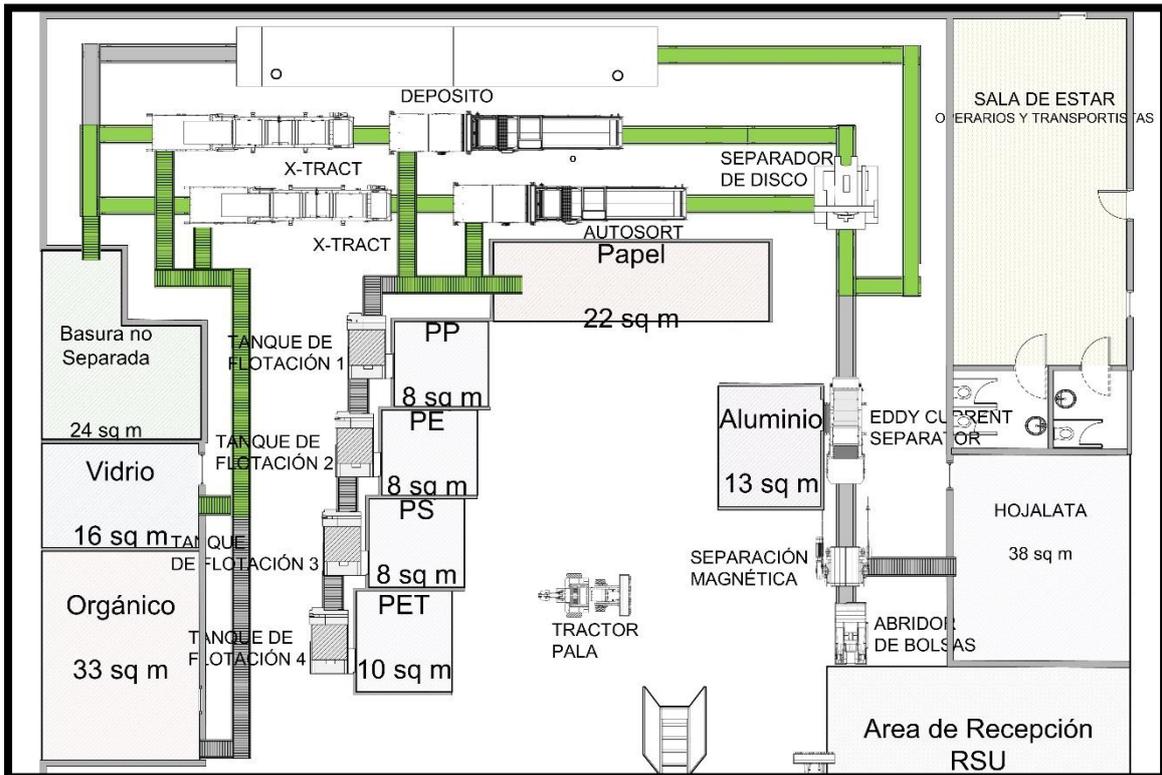


Figura 66: Segunda etapa del proceso

7.3. Ocupación del terreno de la planta

En este ítem se va a tratar el código de zonificación de Pilar sobre la ocupación del terreno. Para ello antes se representa en la siguiente imagen el Layout de la planta con sus correspondientes cotas dentro de la localización previamente elegida.

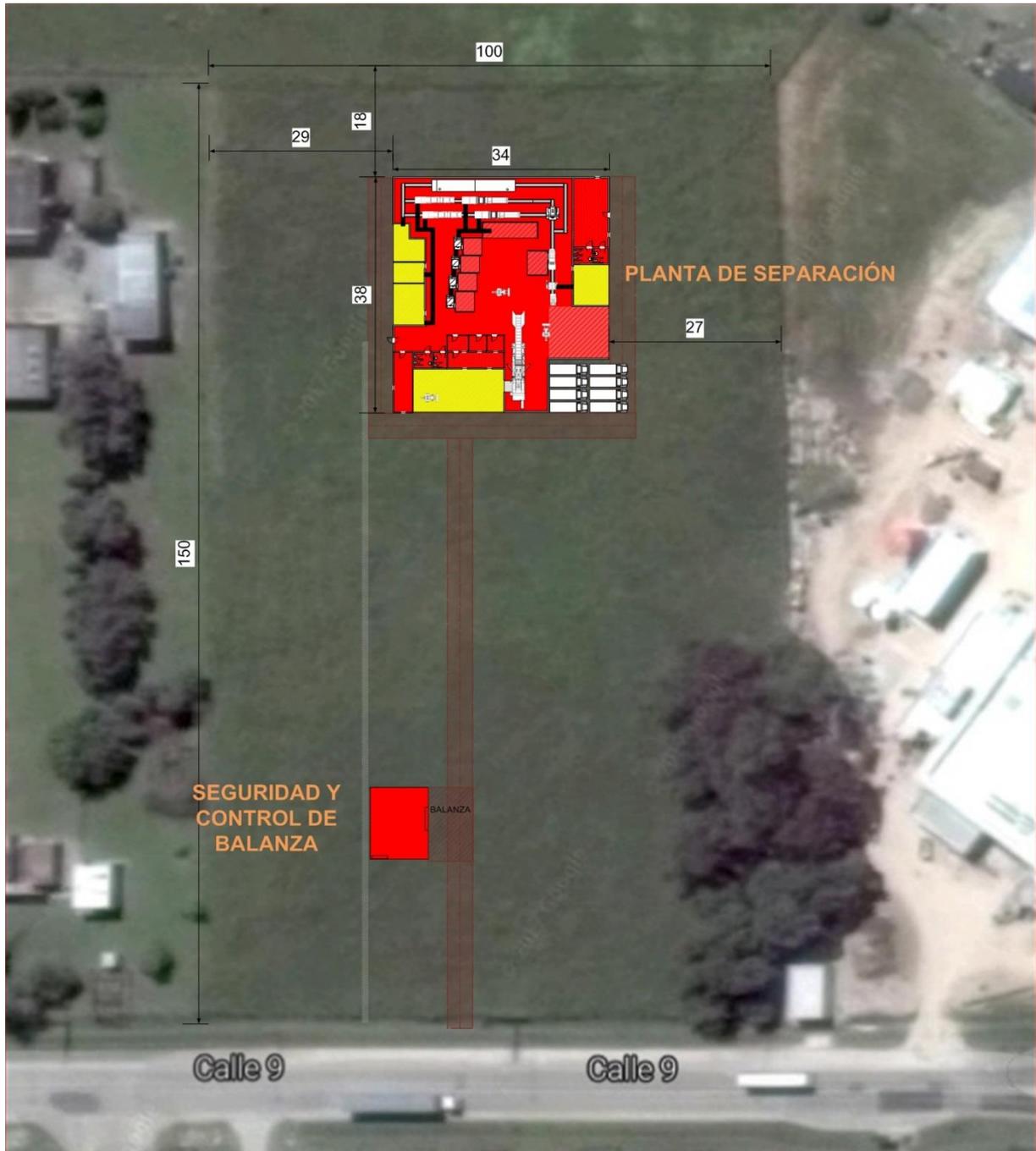


Figura 67: Ocupación de planta

El factor de ocupación del suelo (FOS) es la relación entre la superficie máxima del suelo ocupada por el edificio y la superficie de la parcela. El código de Pilar indica que a los efectos del cálculo del F.O.S deberá considerarse la proyección del edificio sobre el terreno, computando las superficies cubiertas y semicubiertas. El valor de F.O.S que es 0.5 se tomará sobre la cota +1,00m.

$$FOS = \frac{\text{sup. cub. PB} + \text{sup. semicub. PB}}{\text{sup. del terreno}} = \frac{943\text{m}^2 + 208\text{m}^2}{15000\text{m}^2} = 0.077$$

El factor de ocupación total (FOT) es el coeficiente que debe multiplicarse por la superficie de la parcela, lo que da la superficie cubierta máxima edificable. A los efectos del cómputo del F.O.T no será considerada como superficie cubierta la correspondiente a cuarto de máquinas, tanques, depósitos o lavaderos en azoteas, ni tampoco la superficie de planta libre, mientras que la superficie semicubierta se computara al 100%. Definiese como planta libre la totalidad de la superficie del edificio ubicada en cualquier nivel, con dos lados como mínimo abiertos y que no constituyan ningún tipo de local habitable. El valor del FOT es 1.

$$FOT = \frac{\text{sup. cub.} + \text{sup. semicub.}}{\text{sup. del terreno}} = 0.077$$

Otros aspectos que tuvimos en cuenta también fueron:

Altura máxima de edificación: Es la medida vertical del edificio tomada sobre la línea municipal a partir de la cota de +-0,000 m de vereda .Este nivel de vereda no puede ser menor a la cota máxima de inundación, en ningún caso. No se tendrá en cuenta en este ítem: antenas, chimeneas, cabinas de ascensores, cuartos de máquinas, depósitos o lavaderos en azoteas o tanques de agua.

Retiro de Frente: Tiene por objeto lograr mayor ventilación y asoleamiento, además de vegetación en jardines y parques. Asimismo la de prevenir futuros ensanches de calles y/o avenidas.

$$0,1 * \sqrt{\text{sup}} - \text{Mínimo } 10 \text{ metros} \rightarrow 10 \text{ metros}$$

Retiro Lateral o Bilateral: Tiene por objeto lograr una conformación independiente, posibilitando una mayor ventilación y asoleamiento, además de la utilización de techos con pendientes. Este retiro se cuenta a partir de la línea divisoria de los predios.

$$0,1 * \sqrt{\text{sup}} - \text{Mínimo } 10 \text{ metros} \rightarrow 10 \text{ metros}$$

Retiro de fondo: Se cuenta a partir de la línea divisoria del fondo del predio hacia su frente, hasta el contrafrente del edificio.

0,1 $\sqrt{\text{sup}}$ - Mínimo 10 metros ->10 metros*

7.4. Iluminación y consumo eléctrico de la planta

Para el cálculo de las luminarias se dividió la planta en tres zonas:

- Zona operativa: Donde se realiza el proceso. (color rojo)
- Zona no operativa: Incluye las áreas administrativa, sala de reuniones y la sala de estar de operarios y transportistas. (color verde)
- Baños. (color azul)

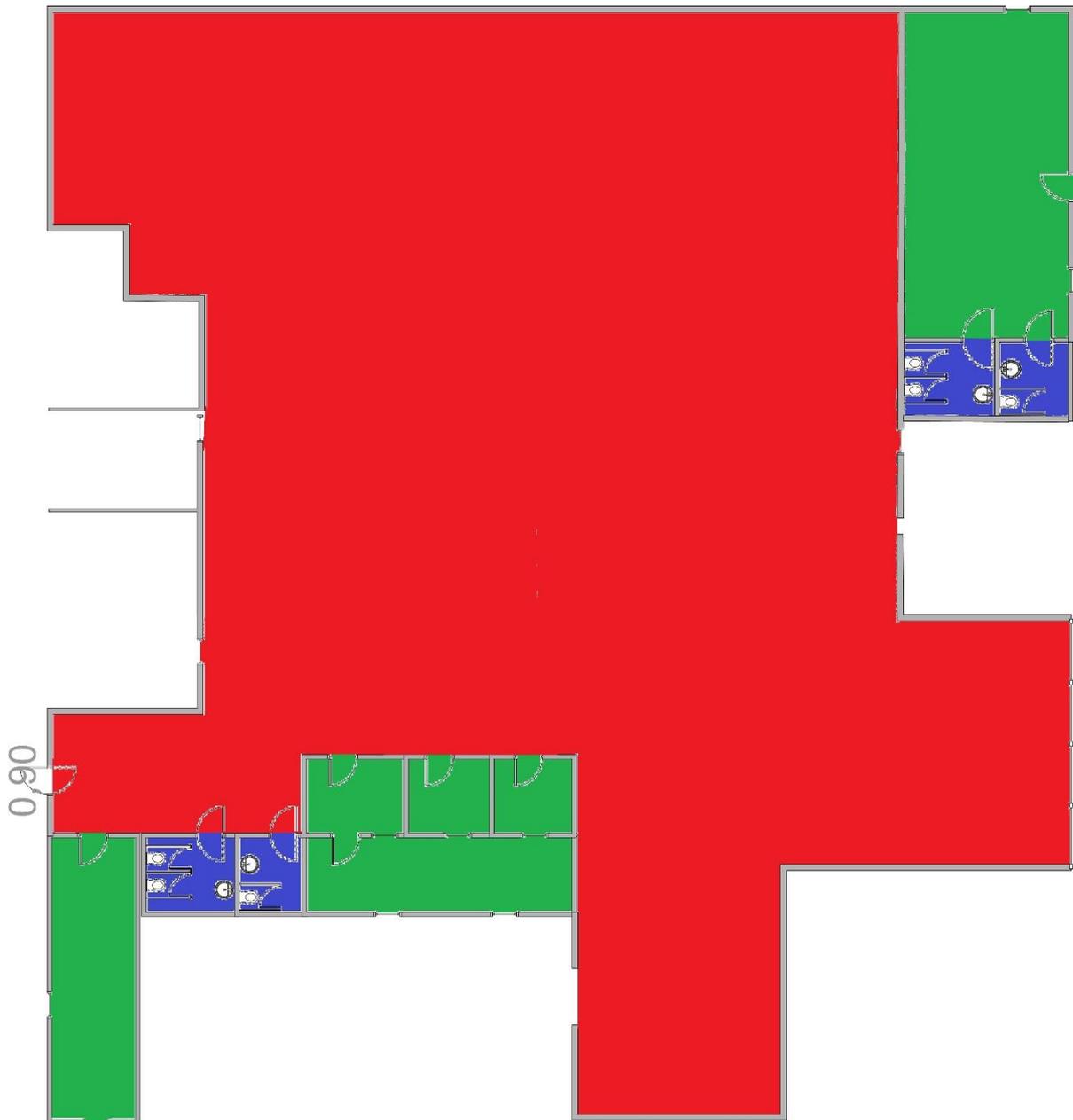


Figura 68: Areas de la planta

El área operativa tiene una superficie 775 m^2 , para esta zona buscamos obtener un nivel medio de iluminación de 300 lúmenes que es lo recomendado para este tipo de zonas.

Para la realización del cálculo de la cantidad de luminarias se simplificó la forma de la zona a un rectángulo de 25×31 .

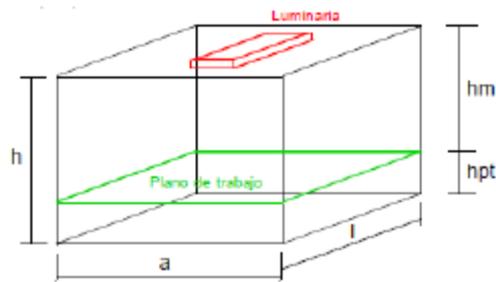


Figura 62: Variables para el cálculo de luminarias

Teniendo los siguientes datos para el cálculo:

$$h=5\text{m}$$

$$hpt=1\text{m}$$

$$a=25$$

$$l=31$$

Pintura /color Techo: H°A° Claro (Reflexión 50%)

Pintura /color Paredes: Marrón Claro (Reflexión 30%)

El primer paso del cálculo es determinar el índice de local

$$k = \frac{l \cdot a}{hm * (l + a)}$$

Dando como resultado igual a 3,45.

En el siguiente paso a través de la tabla (*VER ANEXO*) se obtuvo el coeficiente de utilización de 0.52.

Se prosigue con el cálculo del flujo luminoso total instalado:

$$\theta = \frac{Em \cdot S}{cu \cdot fm}$$

Siendo S la superficie, cu el coeficiente de utilización, fm el factor de mantenimiento equivale a 0.7 según la tabla utilizada (VER ANEXO) y Em el nivel medio de iluminación. El resultado de esta ecuación es 510989,011.

Para esta zona decidimos adoptar la lámpara *PHILIPS TL5 ESSENTIAL* de 28W color *BLANCO CÁLIDO* que tiene un flujo luminoso de 2900 lúmenes de 28w de consumo. Asumiendo que el rendimiento de la misma es del 90% y que en cada luminaria entra dos tubos el flujo total de la luminaria es de 5220 lúmenes.

Por lo tanto el número de luminarias que vamos a requerir en este sector es:

$$n^{\circ} \text{ de luminarias} = \frac{\theta_{total}}{\theta_{luminaria}} = 97,89$$

Vamos a requerir 98 luminarias para el área productiva, siendo que cada una de las lámparas consume 28w la potencia eléctrica será de 5,488kw.

El área no productiva que tiene en total de superficie ocupa 138m².

Para cada una de las oficinas de los gerentes será suficiente una lámpara de bajo consumo de 28w de consumo.

Para las oficinas administrativas, sala de reunión y sala de estar se realizó el mismo cálculo que para la zona operativa. Se exponen los resultados en la siguiente tabla:

Tabla XXXI: Cálculos lumínicos adm.

	área administrativa	sala de reuniones	salta de estar
<i>Em[lum]</i>	500	500	300
<i>Ancho[m]</i>	8,8	2,8	5,3
<i>largo[m]</i>	2,5	9,5	10,9
<i>altura luminarias[m]</i>	3	3	3
<i>altura trabajo[m]</i>	0,75	0,75	0,75
<i>PINTURA TECHO</i>	70	70	70
<i>PAREDES</i>	30	30	30
<i>INDICE LOCAL</i>	0,8652900688	0,9611562782	1,584910837
<i>FACTOR DE UTILIZACION</i>	0,33	0,37	0,44
<i>Factor de mantenimiento</i>	0,7	0,7	0,7
<i>Flujo luminoso Total[lum]</i>	47619,04762	51351,35135	56269,48052
<i>lúmenes por luminaria[lum]</i>	5220	5220	5220
<i>Cantidad de luminarias</i>	9,12→10	9,83→10	10,77→11
<i>Consumo sector[watt]</i>	560	560	611

Se utiliza el mismo tipo de lámparas, pero la forma de la luminaria es de tipo artefacto con rejilla difusora y tubos fluorescentes (2 tubos por luminaria).

Por último en los baños también colocaremos lámparas de bajo consumo de 28w. También irá otra para la garita de seguridad.

Para las zonas de depósitos externos se podrán reflectores halógenos de 150w. Por lo tanto serán 5 de estos.

Para completar las luminarias se calcula que se necesitaran 4 reflectores proyectores halogenados de 1000w para iluminar las calles de paso de los camiones dentro de la planta y la zona de balanza de estos.

A partir de estos resultados se realiza una tabla para calcular el consumo de energía diaria por iluminación estableciendo una cantidad de horas promedio por día que estas van a estar prendidas.

Tabla XXXII: Cálculos lumínicos, tipos lámparas.

TIPOS DE LÁMPARAS	CONSUMOS CALCULADOS [W]	CANTIDAD	HORAS PRENDIDAS X DÍA	WATT/DÍA
ARE PRODUCTIVA	5488	1	8	43904
AREA NO PRODUCTIVA	560	1	8	4480
	611	1	8	4888
	28	3	8	672
BAÑOS	28	4	8	896
SEGURIDAD	28	1	24	672
DEPÓSITOS EXTERNOS	150	5	8	6000
EXTERIOR	1000	4	2	8000

Como resultado de esta tabla obtenemos que se consumen 69,5kw de iluminación promedio por día productivo de planta.

El consumo de las máquinas se expone en la siguiente tabla:

Tabla XXXIII: Consumos maquinas

Máquina	Cantidad	Potencia del equipo	Consumo equipos de la Planta		Tiempo de Trabajo por día	Energía consumida
		KW	KW	HP	Hr	Kw/día
X-TRACT	2	9,1	18,2	2,14	8	145,6
AUTOSORT	2	1,3	2,6	2,14	8	20,8
separador de metales	1	4,9	4,9	6,56	8	39,2
separación magnética	1	3,9	3,9	5,22	8	31,2
tanques de flotación	4	2,5	10	13,39	8	80
disc-screen	1	5,5	5,5	7,36	8	44
Abridor de bolsas	1	17,5	17,5	23,50	2	35,1
motores cintas transportadoras tipo1	1	14,8	14,8	19,81	8	118,4
motores cintas transportadoras tipo2	1	6	6	8,03	8	48
Empacadora	1	25	25	33,47	1	25
Contenedor balanza	1	1	1	1,34	8	8

El consumo de las máquinas da como resultado 587,309kw/día. Por lo tanto la planta tendrá un consumo promedio de 656,8kw/día si sumamos la iluminación junto a las máquinas.

8. Recursos Humanos

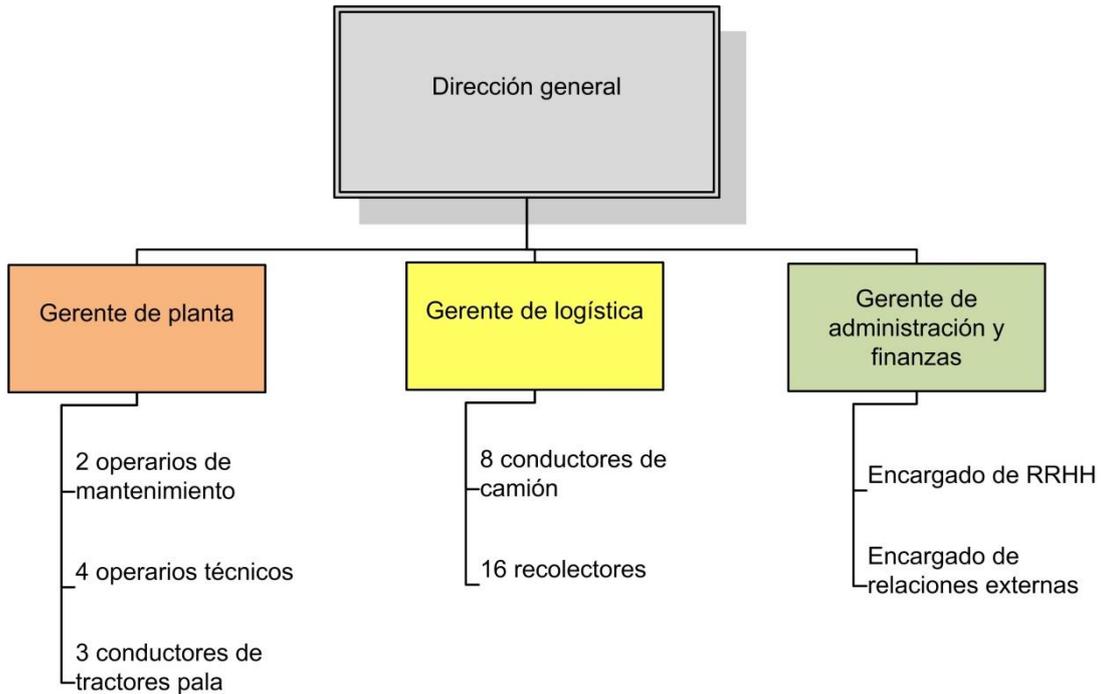


Figura 69: Organigrama de RRHH

A partir del proceso ya detallado, se estimaron los recursos humanos necesarios para poder cumplir tanto con este como con los objetivos de la empresa.

El organigrama de la empresa se divide en tres gerencias: el gerente de planta, el gerente de logística y el gerente de administración y finanzas.

El gerente de logística, tendrá a cargo la tarea de controlar el recorrido y recolección de los 7 camiones que dispondremos (sobrando un equipo recolector para su correspondiente franco semanal). En cada camión irán 3 personas: el conductor y dos recolectores. A su vez, como la recolección se realizará todos los días, deberemos contar con ocho equipos recolectores, para que una vez por semana cada uno tenga un día franco. Por otro lado, esta gerencia también se encargará de diagramar los envíos de los residuos ya clasificados a nuestros clientes.

El gerente de planta será el encargado de controlar que el proceso se lleve a cabo de forma correcta, introducir mejoras y pronosticar, programar y asegurar el funcionamiento del mismo. A su cargo tendrá tres conductores de tractores pala, encargados

de los movimientos de los residuos dentro de la empresa, dos operarios de mantenimiento, cuya función primaria será mantener a la empresa en condiciones laborales óptima, tanto en el área administrativa como en el área industrial, dando soporte antes cualquier falla o deterioro que no tenga que ver con las máquinas involucradas en el proceso. También estarán a cargo de esta gerencia, cuatro operarios técnicos encargados de la operación de las maquinas del proceso, capacitados en cuestiones de uso y mantenimiento preventivo de las mismas.

Por último en el área administrativa estarán 3 personas:

- el encargado de todo lo referido a los recursos humanos (contrataciones, liquidaciones de sueldo, bonificaciones, etc.),
- un empleado enfocado a las relaciones externas de la empresa (conseguir nuevos clientes, contacto con clientes actuales, Marketing, Community Management) y
- el Gerente que será a su vez el tesorero de la empresa, encargado de llevar las finanzas en orden.

9. Estudio económico-financiero

9.1. Introducción al estudio económico-financiero

Para iniciar el estudio económico y financiero de nuestro proyecto hay que empezar por determinar cuál es la forma de conseguir que los barrios cerrados, que anteriormente seleccionamos como mercado objetivo, sean nuestros clientes en la recolección de residuos.

Para ello se investigó algunos precios que pagan los countries de zona norte para ofrecer un precio menor. Este servicio de recolección rondaba los \$300 por lote al mes.

Con la ventaja de contar ingresos por la separación de residuos vamos a buscar un menor margen de ganancia en la recolección ofreciendo un precio menor al que ofrecen las recolectoras privadas actuales siendo nuestra mayor fuente de ingreso la venta de los materiales separados.

Haciendo énfasis en ofrecer un precio más bajo y con la promesa de que los residuos van a tener un destino de reciclaje creemos que es viable conseguir que rápidamente contraten nuestro servicio y nos den su basura. Además, según hemos averiguado hay muchas quejas con la actual recolección sus habitantes, han ocurrido muchos casos en que se ha acumulado basura debido a que no ofrecen un servicio diario de recolección, sino que pasan algunos días de la semana ocasionando en ciertos momentos que se acumule mucha basura sin ser recogida.

Entre otras ventajas para mencionar se incluye que vamos a entregar informes sobre las cantidades recicladas para que los habitantes de cada barrio cerrado conozcan cuanto aportan al medio ambiente.

Por último cabe destacar que un futuro se podría pensar en conseguir basura de otros sectores además del mercado que se eligió para esta tesis.

9.2. Premisas

Antes de iniciar con la descripción del proyecto hay que tener en cuenta las siguientes consideraciones que se utilizaron para simplificar el estudio:

- El precio del combustible se establece en 18\$/lt y se considera que no varía a lo largo del tiempo.
- No se tiene en cuenta la inflación (Moneda Fija).
- El precio de venta de los residuos clasificados se obtuvo a partir de los publicados por el ministerio de la nación. En el apartado de los ingresos se adjunta esta tabla.

9.3. Inversión

La inversión inicial consiste en la compra de todas las maquinas implicadas en el proceso productivo, el terreno y su obra civil como así los camiones utilizados para realizar la recolección.

Tabla XXXIV: Inversión inicial

Inversión	costo unitario	cantidad	costo total
terreno/m2	\$ 1.600,00	900	\$ 1.440.000,00
Edificio/m2	\$ 16.000,00	600	\$ 9.600.000,00
Disc screen	\$ 720.000,00	1	\$ 720.000,00
abridor bolsa	\$ 320.000,00	1	\$ 320.000,00
maquina separacion magnetica	\$ 960.000,00	1	\$ 960.000,00
Separador de metales(eddy current)	\$ 1.440.000,00	1	\$ 1.440.000,00
Autosort	\$ 2.080.000,00	2	\$ 4.160.000,00
xtract	\$ 2.400.000,00	2	\$ 4.800.000,00
tanque flotacion	\$ 240.000,00	4	\$ 960.000,00
Empacadora	\$ 3.200.000,00	1	\$ 3.200.000,00
cintas transportadora I	\$ 1.600,00	3	\$ 4.800,00
cintas transportadora II	\$ 2.240,00	10	\$ 22.400,00
Contenedor Balanza	\$ 400.000,00	1	\$ 400.000,00
Tractor pala	\$ 680.000,00	3	\$ 2.040.000,00
FORD cargo 916	\$ 725.736,00	3	\$ 2.177.208,00
			\$ 32.244.408,00

A lo largo del proyecto se realizarán nuevas inversiones debido a que si bien la inversión inicial abarca una planta productiva que podría separar y clasificar la basura del 100% de los countries de la zona, los camiones adquiridos no podrían realizar la recolección de todos estos. Es por esto que en el año 2, 5 y 8 se invierte en un camión nuevo cada año.

9.4. Costos fijos

Tanto el cálculo del consumo de agua como del gas natural, se hizo en base a la cantidad de empleados con los que cuenta la empresa, sacando un consumo proporcional por empleado. Por otro lado, en el análisis se incluye un costo fijo denominado OTROS en el que se incluyen el impuesto a la propiedad, un costo debido a la eliminación de los desechos producidos en nuestra planta (basura que no puede ser reciclada y es enviada al CEAMSE) y un costo por el mantenimiento mensual de planta (más allá de los operarios de mantenimiento).

Para el cálculo de los consumos eléctricos, se tomó el precio impuesto por Edenor para grandes demandas de baja tensión, el cual está compuesto por una parte fija y otra variable. El cálculo del consumo en KWh se basó en los consumos teóricos de las máquinas y su tiempo de funcionamiento diario y en el consumo de las luminarias. Este costo es considerado fijo porque se considera que las máquinas van a estar prendidas las 8 hs que dura la jornada laboral.

Dando como resultado el siguiente consumo:

Tabla XXXV: Consumo maquinas

Máquina	Cantidad	Pot del equip Consumo equipos de la Planta			Tiempo de Traba	Energía consumida	
		KW	KW	HP		Hr	Kw/día
X-TRACT	2	9,1	18,2	2,14	8	145,6	\$ 176,18
AUTOSORT	2	1,3	2,6	2,14	8	20,8	\$ 25,17
separador de metales	1	4,9	4,9	6,56	8	39,2	\$ 47,43
separación magnética	1	3,9	3,9	5,22	8	31,2	\$ 37,75
tanques de flotación	4	2,5	10	13,39	8	80	\$ 96,80
disc-screen	1	5,5	5,5	7,36	8	44	\$ 53,24
Abridor de bolsas	1	17,5	17,5	23,5	2	35,1	\$ 42,47
motores cintas transportadoras tipo1	1	14,8	14,8	19,81	8	118,4	\$ 143,26
motores cintas transportadoras tipo2	1	6	6	8,03	8	48	\$ 58,08
Empacadora	1	25	25	33,47	1	25	\$ 30,25
Contenedor balanza	1	1	1	1,34	8	8	\$ 9,68
Luminaria						69,5	\$ 84,10
					tot	664,8	\$ 804,41

La mano de obra fue calculada a partir de las cantidades requeridas y el sueldo bruto por puesto, teniendo en cuenta las cargas sociales, vacaciones, ropa de trabajo y ausentismo quedando para el primer año:

Tabla XXXVI: Costo Mano de obra

Puesto	sueldo mensual bruto	Cargas sociales, vacaciones, etc	cantidad trabajadores	total/mes	Total/año
operarios produccion	\$ 12.000,00	35%	9	\$ 145.800,00	\$ 1.895.400,00
Administrativos	\$ 16.000,00	35%	2	\$ 43.200,00	\$ 561.600,00
Recolectores	\$ 14.000,00	35%	6	\$ 113.400,00	\$ 1.474.200,00
Conductores Camiones	\$ 28.000,00	35%	3	\$ 113.400,00	\$ 1.474.200,00
Gerentes	\$ 40.000,00	35%	3	\$ 162.000,00	\$ 2.106.000,00
TOTAL			23	\$ 577.800,00	\$ 6.933.600,00

A lo largo de los años se incorporan camiones para realizar los recorridos ya que la demanda del servicio de recolección aumenta, por ende se deben incorporar recolectores y conductores de camiones en los años 2, 5 y 8.

9.5. Costos variables

El costo por el servicio atmosférico es considerado variable ya que la cantidad de veces que se solicita el mismo por mes va a depender de la cantidad de agua de desecho generada y esta es linealmente proporcional a las toneladas de basura recolectadas. Por eso a partir del costo por cada requerimiento del servicio, sabiendo las cantidades de basuras que se van a tratar, se calcula el costo total por año que involucra este.

Tabla XXXVII: Costo servicio atmosférico

AÑO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
TON/MES	381,6459	508,8612	661,51956	839,62098	1017,7224	1221,26688	1373,92524	1526,5836	1628,35584	1755,57114
cant h2O a tratar/día	2,2898754	3,0531672	3,96911736	5,03772588	6,1063344	7,32760128	8,24355144	9,1595016	9,77013504	10,5334268
\$/mes	14400	19200	26400	33600	40800	45600	50400	55200	60000	64800
\$/año	172800	230400	316800	403200	489600	547200	604800	662400	720000	777600

Para calcular el costo del gasoil consumido al realizar la recolección, se tienen en cuenta los kilómetros recorridos entre countries por recorrido así como los kilómetros recorridos en el interior de los mismos, estos últimos estimados en base a la cantidad de lotes del barrio. Según la ficha técnica de los camiones que se utilizaran para este recorrido, el consumo es de 0,23 litros de gasoil por kilómetro recorrido(a plena carga), se toma un valor fijo para el precio del gasoil y así se obtiene el consumo para los recorridos del 100% de los countries. Pero como a lo largo de los años la cantidad de countries va cambiando, este costo también se ira modificando dependiendo de la cantidad de barrios y de basura que se recolecta. Gracias a la economía de escala provocada por el aumento de la población y las cantidades de countries a los que les brindamos el servicio de recolección se genera un ahorro en los costos por tonelada recolectada. Quedando los costos de gasoil proyectados en la siguiente tabla:

Tabla XXXVIII: Costo gasoil recorrido

AÑO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
TON/MES	381,6459	508,8612	661,51956	839,62098	1017,7224	1221,26688	1373,92524	1526,5836	1628,35584	1755,57114
costo tot mes var	99008,8293	102255,0204	106150,4498	110695,117	115239,7849	120433,691	124329,12	128224,549	130821,502	134067,693

9.6. Coste promedio ponderado del capital (WACC)

Para la evaluación del proyecto es necesario determinar el valor de oportunidad del dinero, que representa la rentabilidad que se le debe exigir al proyecto por renunciar al uso de esos recursos en una inversión alternativa.

Para la determinación de este valor se utiliza el cálculo del promedio ponderado de costo del capital, más comúnmente conocido como WACC por sus siglas en inglés: Weighted Average Cost of Capital.

$$WACC = K_i * \frac{P}{A} + K_e * \frac{PN}{A}$$

K_i : Costo de capital financiado.

P/A : Capital financiado sobre el total de la inversión

K_e : Costo de capital propio

PN/A = Capital propio aportado sobre el total de la inversión

$$WACC = 0,1769 * \frac{5000}{32244} * (1 - 0.35) + 0,30 * \frac{27244}{32244} = 27,13\%$$

El costo de capital propio se calculó usando la tasa BADLAR (Buenos Aires Deposits of Large Amount Rate) más un 10% como premio por riesgo. Obteniéndose un valor de 29,875%, este se redondea al 30%.

Por otro lado a la parte del financiamiento con capital externo, se le resta el 35% de ganancias, ya que lo que se paga de intereses se ahorra de pagarlo en ganancias.

9.7. Préstamo

El 15,5% del proyecto va a ser financiado a través de un préstamo. El Banco de Inversión y Comercio Exterior (BICE), que es un banco público que otorga créditos de mediano y largo plazo destinados a la inversión productiva y al comercio exterior, cuyo único accionista es el Estado Nacional, está ofreciendo en la actualidad el préstamo con las mejores condiciones de financiamiento.

La finalidad para lo que se crearon estos préstamos es para financiar proyectos de inversión y la adquisición de bienes de capital muebles, registrables o no, en el marco de una decisión de inversión, destinados a las distintas actividades económicas. El alcance de los mismos comprende a todos los sectores que motorizan la economía y la producción

Los requisitos para acceder al préstamo son los siguientes:

- Empresas micro, pequeñas y medianas según resolución 103-E/2017 de la SEPYME
- Poseer al menos una cuenta corriente en alguna entidad financiera autorizada por el BCRA.
- No haber accedido en los últimos 24 meses a un crédito bancario de largo plazo (Financiación de 36 meses o más –excluye Leasing).

Los detalles del préstamo se detallan en la siguiente tabla:

Tabla XXXIX: Detalles préstamo

MONTO A FINANCIAR	Hasta el ochenta por ciento (80%) del monto total de la inversión excluido el Impuesto al Valor Agregado.
LÍMITES	Máximo \$ 5 millones / Mínimo \$ 500 mil.
MONEDA	\$ (Pesos).
CFT	17,69%
PLAZO	Hasta 84 meses.
GARANTÍAS	A satisfacción del BICE.
PERÍODO DE GRACIA	Hasta 24 meses.
SISTEMA DE AMORTIZACIÓN	Francés.

FUENTE: Banco de Inversión y Comercio Exterior (BICE)

Cálculo del préstamo pedido:

Tabla XL: Datos préstamo

Sistema:	Francés
CAPITAL INICIAL	\$5.000.000,00
FORMA DE PAGO	ANUAL
PLAZO EN AÑOS	7
% INTERÉS NOMINAL ANUAL	17,69%

Tabla XLI: Cálculos préstamo

AÑO	INTERESES	AMORTIZACIÓN	PAGO TOTAL	SALDO PENDIENTE
0			\$	- \$ 5.000.000,00
1	\$ 860.500,00	\$ 421.988,79	\$ 1.282.488,79	\$ 4.578.011,21
2	\$ 787.875,73	\$ 494.613,06	\$ 1.282.488,79	\$ 4.083.398,14
3	\$ 702.752,82	\$ 579.735,97	\$ 1.282.488,79	\$ 3.503.662,17
4	\$ 602.980,26	\$ 679.508,53	\$ 1.282.488,79	\$ 2.824.153,64
5	\$ 486.036,84	\$ 796.451,95	\$ 1.282.488,79	\$ 2.027.701,69
6	\$ 348.967,46	\$ 933.521,33	\$ 1.282.488,79	\$ 1.094.180,35
7	\$ 188.308,44	\$ 1.094.180,35	\$ 1.282.488,79	0

9.8. Ingresos

En primer lugar se obtienen ingresos por el servicio de recolección, el precio del mismo por lote es de \$250/mes, quedando el siguiente ingreso para los diferentes años del proyecto:

Tabla XLII: Cálculos ingreso por servicio brindado

AÑO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
factor:	0,15	0,2	0,26	0,33	0,4	0,48	0,54	0,6	0,64	0,69
lot prom	2836,017391	3781,356522	4915,76348	6239,23826	7562,71304	9075,255652	10209,66261	11344,0696	12100,3409	13045,68
\$/mes	709004,3478	945339,1304	1228940,87	1559809,57	1890678,26	2268813,913	2552415,652	2836017,39	3025085,22	3261420

El otro ingreso que se obtiene es debido a las ventas de los residuos separados y clasificados a los recicladores. Solo el 50,39% del total de los RSU se pueden clasificar y vender, en la tabla XX se detalla el porcentaje de cada uno y su precio de venta.

Tabla XLIII: Porcentaje y precio residuos.

Material	% del total	Precio venta (\$/kg)
metales ferrosos	0,0116	0,3
aluminio	0,0025	8
papeles	0,1664	1,8
pet	0,0222	2,75
pe	0,0271	4
PS	0,0179	5
PP	0,0363	3
vidrio	0,0309	0,5
organico	0,189	0,7
total	0,5039	

FUENTE: MINISTERIO DE LA NACION

Siento los ingresos por año los siguientes:

Tabla XLIV: Porcentaje y precio residuos.

AÑO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
TON/MES	381,6459	508,8612	661,51956	839,62098	1017,7224	1221,26688	1373,92524	1526,5836	1628,35584	1755,57114
Ingresos x ventas	320048,2517	426731,0023	554750,303	704106,154	853462,0046	1024154,41	1152173,71	1280193,01	1365539,21	1472221,96

9.9. Flujo de fondos

Tabla XLV: Presupuesto económico

	año 1	año 2	año 3	año 4	año 5	año 6	año 7	año 8	año 9	año 10
INGRESOS										
CANT TN	381,6459	508,8612	661,51956	839,62098	1017,7224	1221,26688	1373,92524	1526,5836	1628,35584	1755,57114
RECORRIDO	\$ 8.508.052,17	\$ 11.344.069,57	\$ 14.747.290,43	\$ 18.717.714,78	\$ 22.688.139,13	\$ 27.225.766,96	\$ 30.628.987,83	\$ 34.032.208,70	\$ 36.301.022,61	\$ 39.137.040,00
VENTA	\$ 3.840.579,02	\$ 5.120.772,03	\$ 6.657.003,64	\$ 8.449.273,85	\$ 10.241.544,06	\$ 12.289.852,87	\$ 13.826.084,48	\$ 15.362.316,08	\$ 16.386.470,49	\$ 17.666.663,50
Total Ingresos	\$ 12.348.631,19	\$ 16.464.841,59	\$ 21.404.294,07	\$ 27.166.988,63	\$ 32.929.683,19	\$ 39.515.619,82	\$ 44.455.072,30	\$ 49.394.524,78	\$ 52.687.493,10	\$ 56.803.703,50
EGRESOS										
COSTOS VAR										
Gasoil	\$ 1.188.105,95	\$ 1.227.060,25	\$ 1.273.805,40	\$ 1.328.341,41	\$ 1.382.877,42	\$ 1.445.204,29	\$ 1.491.949,44	\$ 1.538.694,59	\$ 1.569.858,03	\$ 1.608.812,32
Serv. Atmosferico	\$ 172.800,00	\$ 230.400,00	\$ 316.800,00	\$ 403.200,00	\$ 489.600,00	\$ 547.200,00	\$ 604.800,00	\$ 662.400,00	\$ 720.000,00	\$ 777.600,00
COSTOS FIJOS										
MO	\$ 6.933.600,00	\$ 7.605.600,00	\$ 7.605.600,00	\$ 7.605.600,00	\$ 8.277.600,00	\$ 8.277.600,00	\$ 8.277.600,00	\$ 8.949.600,00	\$ 8.949.600,00	\$ 8.949.600,00
servicios	\$ 312.103,68	\$ 312.103,68	\$ 312.103,68	\$ 312.103,68	\$ 312.103,68	\$ 312.103,68	\$ 312.103,68	\$ 312.103,68	\$ 312.103,68	\$ 312.103,68
Otros	\$ 55.000,00	\$ 55.000,00	\$ 55.000,00	\$ 55.000,00	\$ 55.000,00	\$ 55.000,00	\$ 55.000,00	\$ 55.000,00	\$ 55.000,00	\$ 55.000,00
Inversion	\$ -	\$ 725.736,00	\$ -	\$ -	\$ 725.736,00	\$ -	\$ -	\$ 725.736,00	\$ -	\$ -
Total Egresos	\$ 8.661.609,63	\$ 10.155.899,93	\$ 9.563.309,08	\$ 10.429.981,09	\$ 10.517.181,10	\$ 10.637.107,97	\$ 10.741.453,12	\$ 12.243.534,27	\$ 11.606.561,71	\$ 11.703.116,00
devolucion prestamo	NUNCA									
intereses	\$ 860.500,00	\$ 787.875,73	\$ 702.752,82	\$ 602.980,26	\$ 486.036,84	\$ 348.967,46	\$ 188.308,44	\$ -	\$ -	\$ -
inversion proyecto depreciacion	\$ 3.530.961,60	\$ 3.676.108,80	\$ 3.676.108,80	\$ 3.676.108,80	\$ 3.821.256,00	\$ 2.977.814,40	\$ 3.676.108,80	\$ 3.821.256,00	\$ 3.821.256,00	\$ 3.676.108,80
RTADO IMPONIBLE	-\$ 704.440,04	\$ 1.844.957,14	\$ 7.462.123,37	\$ 12.457.918,48	\$ 18.105.209,25	\$ 25.551.729,99	\$ 29.849.201,94	\$ 33.329.734,51	\$ 37.259.675,39	\$ 41.424.478,69
IMP. GANANCIAS 35%	\$ -	\$ 645.735,00	\$ 2.611.743,18	\$ 4.360.271,47	\$ 6.336.823,24	\$ 8.943.105,50	\$ 10.447.220,68	\$ 11.665.407,08	\$ 13.040.886,39	\$ 14.498.567,54

Tabla XLV: Presupuesto financiero

	año 1	año 2	año 3	año 4	año 5	año 6	año 7	año 8	año 9	año 10
TOTAL INGRESOS	\$ 12.348.631,19	\$ 16.464.841,59	\$ 21.404.294,07	\$ 27.166.988,63	\$ 32.929.683,19	\$ 39.515.619,82	\$ 44.455.072,30	\$ 49.394.524,78	\$ 52.687.493,10	\$ 56.803.703,50
TOTAL EGRESOS	\$ 8.661.609,63	\$ 10.155.899,93	\$ 9.563.309,08	\$ 10.429.981,09	\$ 10.517.181,10	\$ 10.637.107,97	\$ 10.741.453,12	\$ 12.243.534,27	\$ 11.606.561,71	\$ 11.703.116,00
devolucion prestamo	\$ 421.988,79	\$ 494.613,06	\$ 579.735,97	\$ 679.508,53	\$ 796.451,95	\$ 933.521,33	\$ 1.094.180,35	\$ -	\$ -	\$ -
intereses	\$ 860.500,00	\$ 787.875,73	\$ 702.752,82	\$ 602.980,26	\$ 486.036,84	\$ 348.967,46	\$ 188.308,44	\$ -	\$ -	\$ -
	NUNCA									
IMP. GANANCIAS	\$ -	\$ 645.735,00	\$ 2.611.743,18	\$ 4.360.271,47	\$ 6.336.823,24	\$ 8.943.105,50	\$ 10.447.220,68	\$ 11.665.407,08	\$ 13.040.886,39	\$ 14.498.567,54
FF	\$ 2.404.532,77	\$ 4.380.717,88	\$ 7.946.753,02	\$ 11.094.247,28	\$ 14.793.190,06	\$ 18.652.917,56	\$ 21.983.909,71	\$ 25.485.583,43	\$ 28.040.045,00	\$ 30.602.019,95

Tabla XLVI: Análisis del proyecto

	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Inversion	-\$ 32.244.408,00										
PRESTAMO	\$ 5.000.000,00										
INVERSION NETA	-\$ 27.244.408,00										
FF Nominal		\$ 2.404.532,77	\$ 4.380.717,88	\$ 7.946.753,02	\$ 11.094.247,28	\$ 14.793.190,06	\$ 18.652.917,56	\$ 21.983.909,71	\$ 25.485.583,43	\$ 28.040.045,00	\$ 30.602.019,95
total	\$ 165.383.916,66										
FF Nominal Acumulado		\$ 2.404.532,77	\$ 6.785.250,65	\$ 14.732.003,67	\$ 25.826.250,95	\$ 40.619.441,00	\$ 59.272.358,57	\$ 81.256.268,28	\$ 106.741.851,71	\$ 134.781.896,71	\$ 165.383.916,66
FF Nominal Prom	\$ 33.076.783,33										
FF Actualizado (r cs)		\$ 1.891.381,15	\$ 2.710.453,73	\$ 3.867.539,73	\$ 4.247.088,06	\$ 4.454.547,74	\$ 4.418.113,89	\$ 4.095.844,16	\$ 3.734.921,07	\$ 3.232.316,74	\$ 2.774.812,58
total	\$ 35.427.018,85										
FF Act. Prom.	\$ 7.085.403,77										

PAYBACK ACUMULADO 4,67 años se recupera la inversion

VAN

FF Nominal Actualiz	\$ 1.891.381,15	\$ 2.710.453,73	\$ 3.867.539,73	\$ 4.247.088,06	\$ 4.454.547,74	\$ 4.418.113,89	\$ 4.095.844,16	\$ 3.734.921,07	\$ 3.232.316,74	\$ 2.774.812,58
total	\$ 35.427.018,85									

VA: \$ 35.427.018,9

VAN: \$ 8.182.610,9 El proyecto se acepta debido a que el V.A.N es superior a 0

TIR	-\$ 27.244.408,00	\$ 2.404.532,77	\$ 4.380.717,88	\$ 7.946.753,02	\$ 11.094.247,28	\$ 14.793.190,06	\$ 18.652.917,56	\$ 21.983.909,71	\$ 25.485.583,43	\$ 28.040.045,00	\$ 30.602.019,95
-----	-------------------	-----------------	-----------------	-----------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------

TIR 33% Se acepta el proyecto ya que la TIR es mayor que el wacc

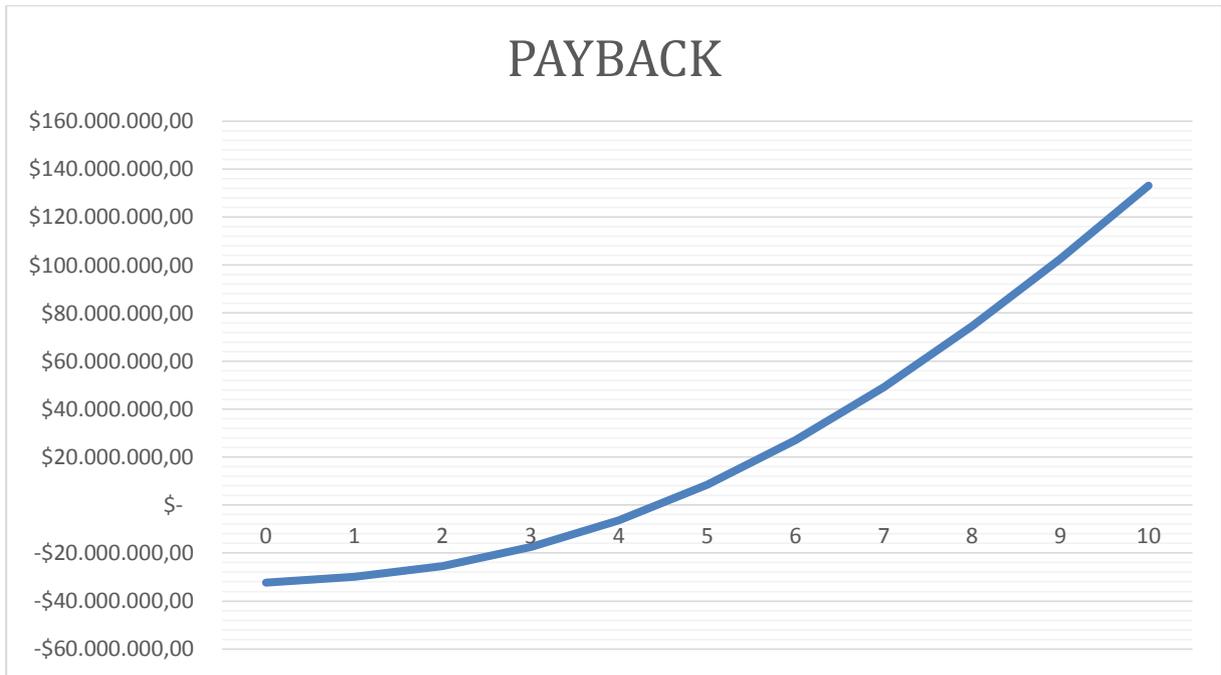


Figura 68: Payback

9.10. Análisis de sensibilidad

En este análisis se comparará la T.I.R y el V.A.N para el caso más probable (el anteriormente descrito) y otros dos posibles escenarios, con menor probabilidad de ocurrencia pero no imposibles. Este análisis se realizó para dos variables distintas, la cantidad de ventas, es decir la aceptación de nuestro servicio por parte de los countries y para los casos en que nos veamos obligados a variar los sueldos de nuestros empleados. Se hizo el mismo análisis de los costos, ingresos, presupuestos económicos y financieros el caso en que la aceptación de nuestro servicio por parte de los countries sea sustancialmente más alta a la pronosticada como para el caso en el que la misma sea menor. Los valores pronosticados para los diferentes casos se adjuntan en la siguiente tabla:

Tabla XLVII: Cantidades de ventas para los diferentes escenarios.

AÑO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Porcentaje de aceptación(caso con mayor prob de ocurrencia)	0,15	0,2	0,26	0,33	0,4	0,48	0,54	0,6	0,64	0,69
TON/MES	823,2	1097,6	1426,88	1811,04	2195,2	2634,24	2963,52	3292,8	3512,32	3786,72
Porcentaje de aceptación(caso con menor porcentaje de acept)	0,12	0,16	0,2	0,24	0,28	0,32	0,36	0,39	0,42	0,45
TON/MES	658,56	878,08	1097,6	1317,12	1536,64	1756,16	1975,68	2140,32	2304,96	2469,6
Porcentaje de aceptación(caso con mayor porcentaje de acept)	0,15	0,25	0,33	0,4	0,49	0,58	0,66	0,72	0,78	0,84
TON/MES	823,2	1372	1811,04	2195,2	2689,12	3183,04	3622,08	3951,36	4280,64	4609,92

Se decidió por modificar esta variable ya que es la más sensible, y más allá de realizar un buen trabajo comercial no se puede estar 100% seguro de la aceptación de los potenciales clientes es por esto que se debe analizar qué sucedería en un caso en el que la mayoría rechace nuestra propuesta como el caso en el que nuestro proyecto tenga una gran aceptación. En comparación a esta, el resto de las posibles variables que afectarían al proyecto no son de gran importancia por esto el análisis de sensibilidad se basó solo en esta.

Como resultado de los análisis realizados se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla XLVIII: Resultados análisis sensibilidad

Caso	Mayor prob de ocurrencia	Menor porcentaje de acept	Mayor porcentaje de acept
V.A.N	\$ 8.182.610,9	-\$ 6.580.738,3	\$ 18.654.499,5
T.I.R	33%	21%	40%

Luego se hizo el mismo análisis de los costos, ingresos y presupuestos económicos y financieros para el caso en el que debido a diferentes factores externos nos veamos obligados a tener que pagar sueldos superiores como así también cuando estos sean menores. Esto se puede deber a factores relacionados a los gremios o a la economía del país. Se definió un escenario positivo en el que los sueldos no aumenten y otro negativo en el que estos deben aumentarse un 30%.

Los valores pronosticados para los diferentes casos se adjuntan en la siguiente tabla:

AÑO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Sueldos(caso con mayor prob de ocurrencia)	\$ 6.933.600	\$ 7.605.600	\$ 7.605.600	\$ 7.605.600	\$ 8.277.600	\$ 8.277.600	\$ 8.277.600	\$ 8.949.600	\$ 8.949.600	\$ 8.949.600
Sueldo(caso con aumento de sueldo)	\$ 9.835.020	\$ 10.579.020	\$ 10.579.020	\$ 10.579.020	\$ 11.323.020	\$ 11.323.020	\$ 11.323.020	\$ 12.067.020	\$ 12.067.020	\$ 12.067.020

Como resultado de este análisis se obtuvieron los siguientes resultados:

Caso	Mayor prob de ocurrencia	Suba en los sueldos
V.A.N	\$ 8.182.610,9	-\$ 52.189,9
T.I.R	33%	27%

10. Conclusiones

La planta de separación de residuos propuesta en esta tesis es mucho más eficiente que las instalaciones actuales que se encuentran en nuestro país. Es un proceso comparativamente rápido en el cual no se utilizan personas evitando así, la peligrosidad que conlleva el trabajo humano en esta actividad.

También, quedó demostrada la factibilidad económica, ya que se obtuvo un proyecto altamente rentable con un gran crecimiento en cuanto se logre conseguir la basura necesaria y vender la materia prima a las recicladoras. La planta fue dimensionada para la cantidad de barrios cerrados que se contemplaron en el estudio de localización, pero si se lograra conseguir un mayor mercado se podría ampliar la misma.

El objetivo primordial de cumplir con aporte favorable al medio ambiente se cumpliría satisfactoriamente con un 50,39% de residuos separados y clasificados para ser reciclados gracias a la efectividad de nuestras máquinas. Además, la frecuencia de nuestro servicio de recolección evitaría las acumulaciones de basura que ocurren actualmente en ciertas ocasiones.

Para dimensionar la contribución del proyecto utilizamos como dato que la densidad de la basura suelta descargada en los rellenos es en promedio de 400 kg por metro cúbico. Con este dato entonces calculamos que en el primer año del proyecto ya estamos ahorrando 5800 m³ de los rellenos sanitarios y con la cantidad de toneladas que estimamos trabajar en el décimo año estaríamos hablando de más de 26500 m³. En cuanto a las toneladas de papel separado si se reciclan en su totalidad, tomando como dato que una tonelada de papel equivale a 17 árboles salvados, en el primer año del proyecto se evitaría la deforestación de casi 13 mil árboles y, en el año 10 una cifra cercana a los 60 mil.

También se puede establecer una equivalencia con las toneladas de plástico recicladas a partir de nuestra clasificación y combustible ahorrado (1 Tonelada de plástico equivale a 2800 litros ahorrados). En este caso se ahorrarían más de 1.3 millones de litros el primer año del proyecto y más de 6 millones en el décimo.

Se podría seguir exponiendo comparaciones con respecto a todos los materiales clasificados en la planta pero, no obstante creemos suficiente, las mencionadas en esta conclusión, para demostrar la dimensión del aporte medioambiental del proyecto.

Esperamos que esta tesis sirva como punto de partida para un modelo de negocio que como demostramos es rentable y promotor del reciclaje, siendo esto un beneficio para toda la sociedad.

11. Bibliografía

- Design of a Materials Recovery Facility (MRF) For Processing the Recyclable Materials of New York City's Municipal Solid Waste. Alexander J. Dubanowitz. Mayo 2001.
- Autonomous Solid Waste Separation System Design. Ömer Pekdur. Junio 2006.
- Basta de Basura. Mariana Wallter y Verónica Odriozola. Greenpeace Argentina, Noviembre de 2003.
- Estudio Técnico de una Central Eléctrica de Incineración de Residuos Sólidos Urbanos. Alberto Rubio Martín. Noviembre 2003
- LUND, Herbert F, et al. *Manual McGraw-Hill de reciclaje*. Madrid: McGraw Hill, c1996. 1 v. Manuales McGraw-Hill de ingeniería y ciencia. ISBN 9788448105839.
- Gestión Medioambiental: Manipulación de residuos y productos Químicos. Publicaciones vértice S.L. Enero de 2007

Páginas web.

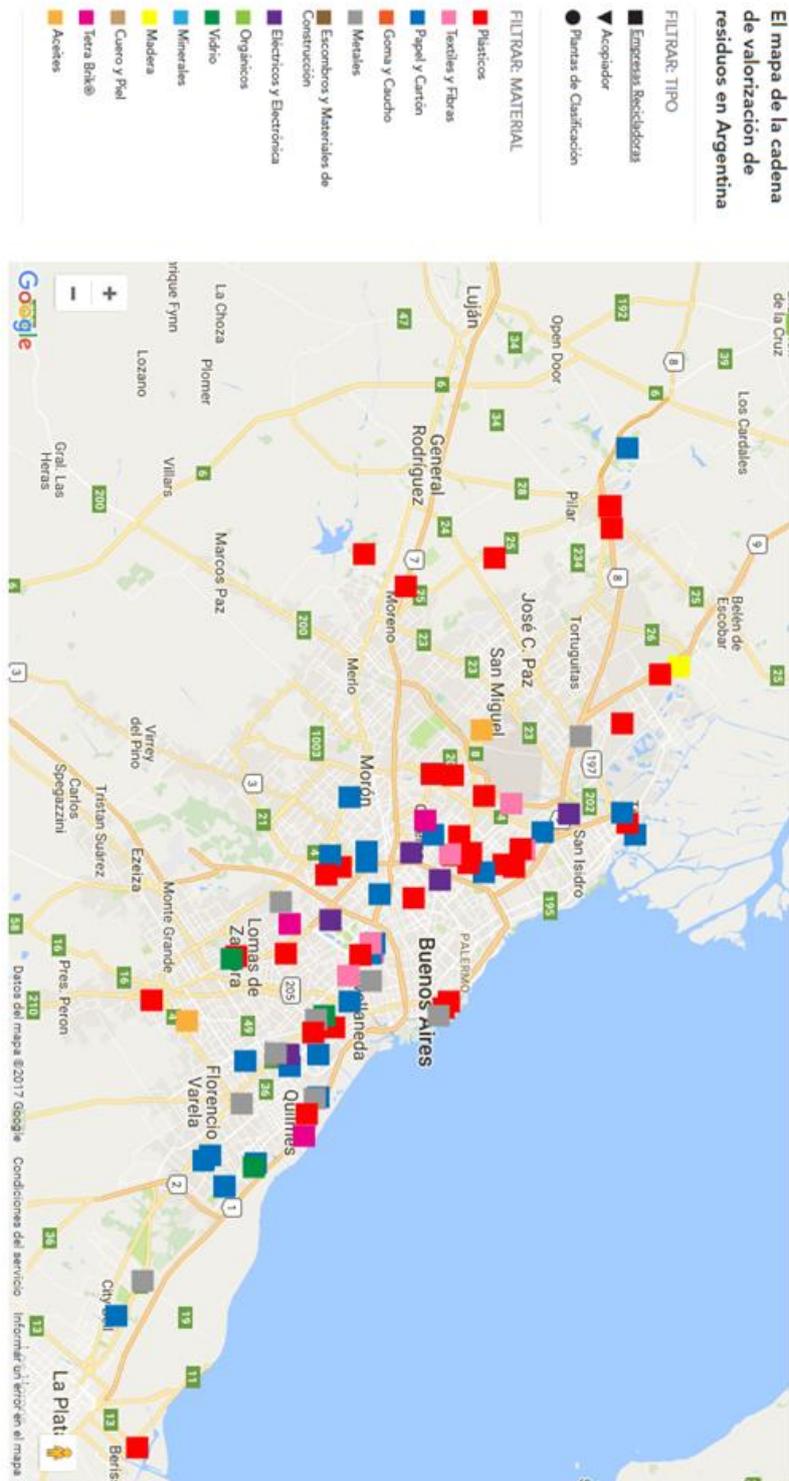
- GUIA COUNTRY
<http://www.guiacountry.com/index1.php>
- ENCICLOPEDIA DEL MEDIO AMBIENTE
<http://www.ambientum.com/enciclopedia/enciclopedia.htm>
- CEAMSE
<http://www.wwww.ceamse.gov.ar>
- PICVISA
<http://www.picvisa.com>
- SORTEX
<http://www.sortex.com.ar>
- PARQUE INDUSTRIAL PILAR
www.pip.org.ar/
- TOMRA
<http://www.tomra.com/es>
- EL RECICLAJE DEL PLASTICO

http://www.barrameda.com.ar/dp/index2.php?option=com_content&task=view&id=107&pop=1&page=0%20//%20http://es.calameo.com/read/004880993e5268017637c

- KANATEC
<http://www.kanetec.co.jp/en/>
- NIPPON MAGNETICS
<http://www.nmi-jpn.com/pdf/general-catalog.pdf>
- FLEXUS
<http://www.flexus.se/en/breeze-mini-for-smaller-installations>
- ECO STAR Recycling technologies
http://www.fujikogyo.co.jp/HP-English/dynamicscreen/dynamicscreen_E.pdf
- ABC Agro
<http://www.abcagro.com/fertilizantes/compostaje.asp>
- Código de Zonificación Pilar
<http://www.marcianobr.com.ar/wp-content/uploads/2015/08/Codigo-de-Planeamiento-Pilar.pdf>
- Tecnología de los Plásticos
<http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com.ar/2011/07/reciclado-quimico-de-pet.html>
- Economía circular
<http://www.sostenibilidad.com/desarrollo-sostenible/en-que-consiste-la-economia-circular/>
- Mapa de recicladores
<http://recicladores.com.ar/>

12. Anexos

12.1. Mapa de recicladores

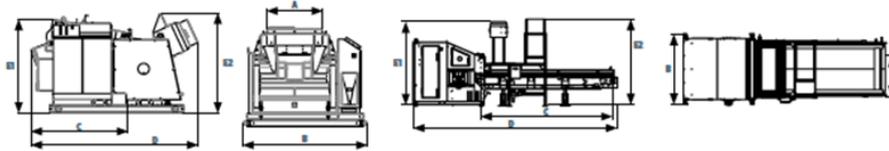


12.2. Ficha técnica de máquinas.

- Autosort

Installation example: AUTOSORT [chute]

Installation example: AUTOSORT [belt]



	600 [belt]	1000 [belt]	1400 [belt]	2000 [belt]	2800 [belt]	1000 [chute]
A	600 mm	1,000 mm	1,400 mm	2,000 mm	2,800 mm	1,000 mm
B	1,400 mm	1,800 mm	2,200 mm	2,800 mm	3,600 mm	2,000 mm
C	5,000 mm	5,000 mm	5,000 mm	5,000 mm	5,000 mm	1,630 mm
D	7,400 mm	7,400 mm	7,400 mm	7,400 mm	7,400 mm	2,860 mm
E1	2,300 mm	2,500 mm	2,900 mm	2,500 mm	2,900 mm	1,610 mm
E2	2,600 mm	2,600 mm	2,600 mm	2,600 mm	2,600 mm	2,600 mm

exact dimensions on request

PRODUCT SPECIFICATIONS

VALVE BLOCK MODEL, NOZZLE DISTANCE	600 [belt]	1000 [belt]	1400 [belt]	2000 [belt]	2800 [belt]	1000 [chute]
TS200, 37.5 mm (standard)	16 valves	27 valves	38 valves	54 valves	74 valves	-
TS200, 25 mm	24 valves	40 valves	56 valves	80 valves	112 valves	-
TS200, 12.5 mm	48 valves	80 valves	112 valves	160 valves	224 valves	-
TS400, 37.5 mm	16 valves	27 valves	38 valves	54 valves	74 valves	-
TS400, 25 mm	24 valves	40 valves	56 valves	80 valves	112 valves	-
TS400, 12.5 mm	48 valves	80 valves	112 valves	160 valves	224 valves	-
TS100, 4 mm	-	-	-	-	-	248 valves
Weight ¹	135 kg	180 kg	190 kg	235 kg	305 kg	3,000 kg
Power Consumption ¹	1.3 kW	1.5 kW	1.6 kW	1.7 kW	1.9 kW	8 kW (incl. feeder)

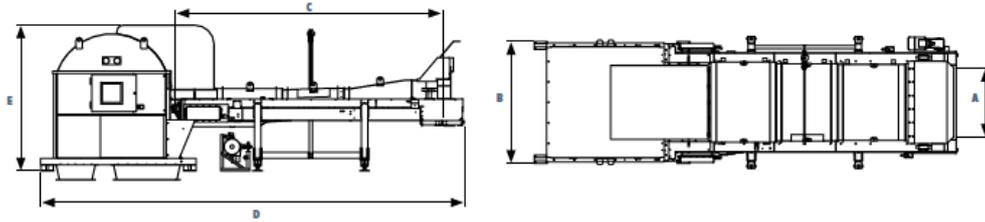
SENSOR CONFIGURATIONS

- A** // Our advanced near-infrared (NIR) spectrometry sensor recognizes materials based on their specific and unique spectral properties - **NIR1**
B // A second NIR sensor delivers additional spectral information and thus offers a broader spectrum - **NIR1-NIR2**
C // The combination of a NIR sensor and a visual (VIS) spectrometry sensor delivers information for sorting materials by type and color - **NIR1-VIS**
D // The most flexible model collects information by means of two NIR and one VIS sensors for additional and special applications - **NIR1-NIR2-VIS**
E // For plastic flakes, e.g. PET flakes a special mechanical setup was developed to purify the material - **CHUTE**

SELECTION OF STANDARD APPLICATION PACKAGES		MODELS				
		A	B	C	D	E
POLYMER SORTING	Sorting of e.g. beverage cartons, PE, PP, PS, PVC, PET, EPS, ABS by type of material	●	●	●	●	
MIXED PAPER REMOVAL	Removing paper from a mixed input stream	●	●	●	●	
RDF	Producing an RDF fraction, with additional stone/timber distinction		●		●	
C&D SORTING	Organic/non-organic sorting		●		●	
PET/PE SORTING	Sorting of PET/PE by color, e.g. light blue, clear,...			●	●	
WOOD CLEANING	Producing a clean timber fraction by removing painted and coated wood			●	●	
PAPER PLUS	Producing a clean deinking fraction			●	●	
FLAKE SORTING	Purifying plastic flakes, e.g. PET flakes, removing PVC and other impurities					●
METAL REMOVAL	Removing all metals					Option: electromagnetic (EM) sensor
MULTIFUNCTIONAL	Up to FIVE packages in ONE		●	●	●	
SPECIAL APPLICATION	On request	●	●	●	●	●

- X-tract

Installation example of X-TRACT Standard or Extended [XRT]



	XRT 600	XRT 1200	XRT 2400	XRF 1200	XRF 1800	XRF 2400
A	600 mm	1,200 mm	2,400 mm	1,080 mm	1,680 mm	2,280 mm
B	1,300 mm	1,900 mm	3,560 mm	2,060 mm	2,660 mm	3,260 mm
C	4,162 mm	4,162 mm	5,170 mm	4,000 mm	4,000 mm	4,000 mm
D	6,535 mm	6,535 mm	7,770 mm	6,560 mm	6,560 mm	6,560 mm
E	2,264 mm	2,264 mm	2,580 mm	2,100 mm	2,100 mm	2,100 mm

Exact dimensions on request

PRODUCT SPECIFICATIONS

VALVE BLOCK MODEL, NOZZLE DISTANCE	XRT X-TRACT* 600	XRT X-TRACT 1200	XRT X-TRACT 2400	XRF X-TRACT 1200	XRF X-TRACT 1800	XRF X-TRACT 2400
Economic, 12.5 mm	24 valves	48 valves	-	-	-	-
Power, 6.25 mm	48 valves	96 valves	192 valves	192 valves	288 valves	384 valves
Speed, 6.25 mm	96 valves	192 valves	-	-	-	-
Weight	4,800 kg	5,800 kg	14,000 kg	4,700 kg	7,000 kg	9,200 kg
Power Consumption	9.1 kW	9.1 kW	18 kW	17 kW	17 kW	17 kW

SENSOR CONFIGURATIONS

- A //** Economy model for separation of materials of lower thickness and lower atomic density, 90 KeV X-ray energy – **XRT basic**
- B //** Flexible and high efficiency model for separation of materials of greater thickness and higher atomic density, 160 KeV X-ray energy and 500 W power – **XRT standard**
- C //** More powerful X-ray source for highest penetration of materials. This improves the range of thickness and the separation quality for special applications. 160 KeV X-ray energy and 1000 W power – **XRT extended**
- D //** Energy dispersive X-ray sensor combined with an EM sensor using SUPPIX® to separate material by their elemental composition – **XRF**

STANDARD APPLICATION PACKAGES		MODELS			
		A	B	C	D
ALUMINUM CLEANING	Producing a more valuable clean aluminum fraction by sorting out heavy metals like copper, brass, zinc, lead, ...	•	•	•	•
CRT SORTING	Producing clean mono fractions of panel glass (lead free) and funnel glass (high lead content)	•	•	•	•
RDF PRODUCTION	Producing refused derived fuel by sorting out PVC, glass, stones, metals	•	•	•	•
ORGANIC SORTING	Producing a clean organic fraction and a clean non-organic fraction for landfill	•	•	•	•
PVC REMOVAL	Removing flame retardants like chlorine and bromine out of a mixed plastic stream	•	•	•	•
METAL	Additional removal or suppress of metals	•	•	•	•
SPECIAL APPLICATION	On request	•	•	•	•

- Separador magnético

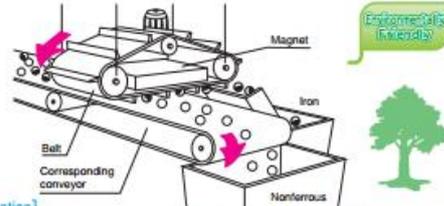
Model BST SUSPENDED ELECTROMAGNETIC SEPARATOR

“BST Series” renewed based on many years of manufacture and marketing experience and computer-aided magnetic field analysis with significantly reduced weight and volume!

Fully automatic discharge As for separation in wood material for biomass power generator!



BST-90A



[Application]

A suspended magnetic separator is suspended above a belt conveyor to continuously separate such magnetic substances as iron pieces and lumps mixed in materials being transported on the conveyor.

This separator is best suited for removing and collecting iron from such raw materials as slug, ore and coal and from casting sand, bulky wastes, industrial wastes and ash after waste incineration.

■ Ideal magnet configuration realized!

Our achievements in magnetic design and our pursuit to develop an optimum magnet based on magnetic field analysis, has resulted in a magnet configuration that exhibits the best separation and collection performance.

To lengthen the iron piece discharge length, a general practice is to use permanent magnets together, but our original pole construction (patent pending) has eliminated the need of such magnets.

■ A wide variety of models available!

A wide variety of models are available according to any belt specifications of belt conveyors. Thus, you can find the optimum model for your specifications. Cross suspension as well as overhead pulley suspension (parallel suspension) is available. (The corresponding conveyor belt width is the same.)

■ Can be installed in any environment!

Compared with Kanetec's previous model designs, the weight and volume have been reduced significantly, for example, mass reduced by 30% to 40% and cooling water amount by 10% to 50%, as a result of minimizing the overall length and magnet height. Thus, this model can be installed in any environment and under any conditions of installation.

■ Easy maintenance for significant reduction in work time and running cost!

As the iron piece discharge belt drive system is directly coupled, such maintenance as chain tension adjustment and lubrication, that need to be conducted periodically with existing products, are no longer necessary and as the amount of cooling oil has been reduced, replenishing needs to be conducted less frequently. Thus, maintenance load work has been reduced significantly.

■ Trouble-free, robust magnetic separator!

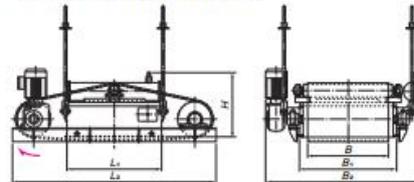
This highly rated effective oil cooling system can be used continuously, day and night. Minimizing the temperature rise of the electromagnet maintains the effective separation performance. Also, our original pole construction is designed to reduce belt wear and ensures a long service life.

■ A wide range of applications!

The robust construction allows this separator to be used outdoors under any conditions of use. It can be used in a wide range of applications.

We also provide air cooling type, which does not use coolant oil. Please contact us.

*** We can configure a suitable magnetic separator for various kinds of substances. Please consult with us.**



Model	Corresponding Conveyor Belt Width		Corresponding Conveyor Installation Distance	Belt Width		Overall Dimensions			Electromagnet Dimensions		Power Consumption		Mass	Applicable Power Source
	Cross-suspension	Parallel suspension		B	L ₁	L ₂	H	L ₁	B ₁	Electromagnet*	Drive motor			
BST-65A-1.2.3	450 (17.7) - 650 (25.3)	300 (11.8) - 450 (17.7)	150 (5.90) - 200 (7.87)	450 (17.7)	1640 (64.5)	1170 (46.0)	610 (24.0)	650 (25.5)	650 (25.5)	1.5kW	1.5kW	680kg / 1490 lb	BSTR-65	
BST-80A-1.2.3	600 (23.6) - 800 (31.3)	450 (17.7) - 600 (23.6)	150 (5.90) - 250 (9.84)	600 (23.6)	1760 (70.4)	1320 (51.9)	565 (22.3)	800 (31.5)	800 (31.5)	2.4kW	2.4kW	970kg / 2138 lb	BSTR-80	
BST-90A-1.2.3	700 (27.5) - 900 (35.4)	600 (23.6) - 750 (29.5)	200 (7.87) - 300 (11.8)	750 (29.5)	1900 (74.8)	1500 (59.0)	645 (25.3)	900 (35.4)	900 (35.4)	3.1kW	3.1kW	1370kg / 3020 lb	BSTR-90	
BST-100A-1.2.3	800 (31.5) - 1000 (39.3)	750 (29.5) - 900 (35.4)	250 (9.84) - 350 (13.7)	900 (35.4)	2250 (88.5)	1720 (67.7)	825 (32.4)	1000 (39.3)	1000 (39.3)	4.0kW	4.0kW	2070kg / 4564 lb	BSTR-100	
BST-115A-1.2.3	950 (37.4) - 1150 (45.2)	850 (33.4) - 1050 (41.3)	300 (11.8) - 350 (13.7)	1050 (41.3)	2400 (94.4)	1865 (75.4)	820 (32.2)	1150 (45.2)	1150 (45.2)	5.2kW	5.2kW	3100kg / 6834 lb	BSTR-115	
BST-130A-1.2.3	1100 (43.3) - 1300 (51.1)	1000 (39.3) - 1200 (47.2)	300 (11.8) - 400 (15.7)	1200 (47.2)	2800 (110)	2150 (84.6)	910 (35.8)	1300 (51.1)	1300 (51.1)	6.9kW	6.9kW	4500kg / 9921 lb	BSTR-130	
BST-150A-1.2.3	1300 (51.1) - 1500 (59.0)	1200 (47.2) - 1400 (55.1)	300 (11.8) - 450 (17.7)	1400 (55.1)	3000 (118)	2350 (92.5)	805 (31.6)	1500 (59.0)	1500 (59.0)	8.7kW	8.7kW	5500kg / 12125 lb	BSTR-150	
BST-170A-1.2.3	1500 (59.0) - 1700 (66.9)	1400 (55.1) - 1600 (63.8)	400 (15.7) - 550 (21.9)	1600 (63.8)	3200 (126)	2570 (101.2)	865 (34.0)	1700 (66.9)	1700 (66.9)	10.4kW	10.4kW	7500kg / 16535 lb	BSTR-170	

*A type that uses permanent magnets together is also available.

**A type with dustproof cover is also available.

***For overhead pulley suspension (parallel suspension), suspension fixtures need to be changed partially.

††Belt conveyor width for each model is just reference.

As the model to be selected can be different depending on flow width and volume to be treated, please consult with us.

*The electromagnet power consumption applies to the use of 200 VAC (50 Hz).

**For use in combination with a vibrator like vibration conveyor, a special type of vibration-proof specification needs to be used.

- Separador de corrientes de Foucault

24 Eddy Current Separator Model: ALS | Recycle Machine



The high-energy permanent magnet inside a high speed drum creates a strong electromagnetic induction phenomenon on the surface of the drum. When the aluminum, copper, brass and magnesium (high conductive materials) pass through this magnetic field, the eddy current occurs repelling them respective to their conductivity thereby pushing each the distance determined by Fleming's left hand law creating separate piles for each type of material.

ALS-L7.5

Usage

1. Recovery aluminum cans from plastic and glass bottles.
2. High efficiency of recovery of aluminum from city waste.
3. Separation of nails and iron steels from crushed machines.
4. Recovery of valuable metals from glass cullet.

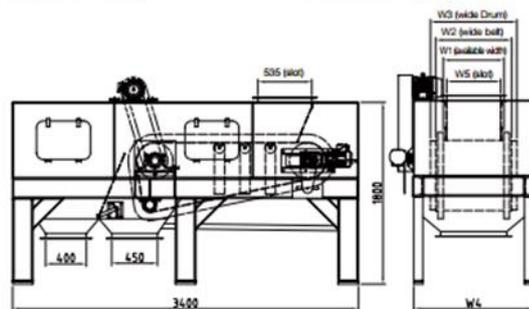


Features

1. 2 models for material size, ALS-L for large objects like cans & ALS-S for small objects.
2. Parallel usage with vibration feeder provides stable feeding volume and increase separation efficiency.

Specifications

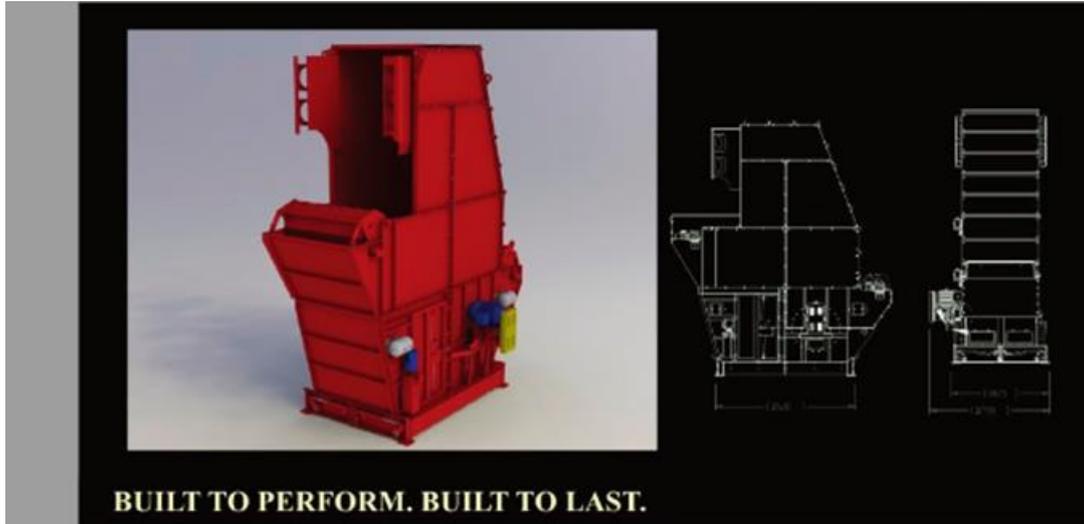
1. Magnetic Drum Speed : ALS-L (Max. 1,800rpm) ALS-S (Max. 2,500rpm)
2. Including a controller unit
3. Belt drive with hypoid gear motor.



■ ALS-L Series

Model	Standard body dimension (mm)					Drum diameter (mm)	Drum speed (RPM)	Ball speed (rpm)	Output (t/h)		Approximate Weight (Approx. kg)
	W1	W2	W3	W4	W5				Belt	Drum	
ALS-L3	300	450	550	880	230	φ 354	Max 1,800	20-100	0.75	2.2	1,200
ALS-L4.5	450	600	700	1030	380				1.5	3.7	1,500
ALS-L6	600	750	850	1,160	530				5.5	2,100	
ALS-L7.5	750	900	1,000	1,330	680				7.5	2,500	
ALS-L9	900	1,050	1,150	1,480	830				7.5	3,000	
ALS-L12	1,300	1,350	1,450	1,780	1,130						

- Abridor de bolsas



CP's MSW Bag Opener Features & Benefits:

- Up to 30 tons per hour
- Air spring system to allow passage of over-sized objects
- Sizing arms allow smaller items to by-pass drum
- Two access doors to facilitate easy maintenance
- Steel bag opening knives can be repositioned 4 times before replacing
- Sizing arms have a curved profile and may be adjusted via Touch Screen

Specifications:

- 20 HP Main Drive Motor
- 1/2 HP Reversible Brake Motors (2)
- 3 HP Hydraulic Pump Motor
- Touch screen controlled

Dimensions:

- Length: 198"
- Height: 241"
- Width: 105"
- Weight: 17,300 lbs.

The CP Group of Companies:



- Empacadora
BREEZE MINI

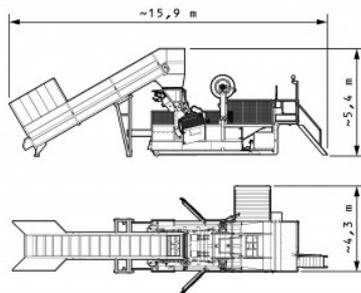
Waste processing for small islands or remote locations

The Breeze Mini handles up to 10 tonnes per hour at around 25 kW of power, making it a perfect fit for smaller installations, e.g. on small islands or in remote places. High reliability for seasonal or irregular operation, with high energy efficiency as an added bonus.

The Breeze Mini is equipped with a bottom-mounted wrapping unit, bale ejection to the side and a single feeding conveyor making it the smallest of our baling systems. The finished bales are ejected onto a roller conveyor that holds a single bale.

All of our baling systems are heavy duty, and for smaller projects the Breeze Mini will give you many years of reliable service.

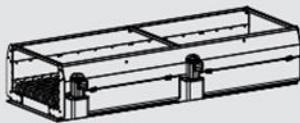
Suitable for baling: [MSW](#), [RDF](#), [SRF](#), [recyclables](#)



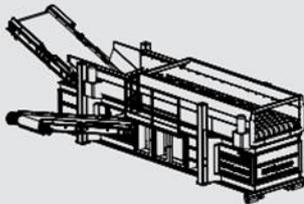
All measurements are approximations.
Variations may occur depending on configuration.

- Disc-Screen

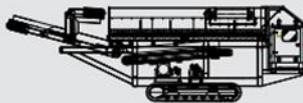
TECHNICAL DATA



STATIONARY VERSION	VE 2000	VE 3000	VE 4000	VE 5000	VE 6000
Working length	2.000 mm	3000 mm	4000 mm	5000 mm	6000 mm
Working width	1.600 mm	1600 mm	1600 mm	1600 mm	1600 mm
Total length	2.110 mm	3200 mm	4020 mm	5160 mm	6300 mm
Total width	2.300 mm	2300 mm	2300 mm	2300 mm	2300 mm
Total height	1.390 mm	1390 mm	1390 mm	1390 mm	1390 mm
Weight	2.500 Kg	3000 kg	3500 kg	4500 kg	5000 kg
Power installed	1 x 5.5 kW	1x 7.5 kW	1x 7.5 kW	2x 7.5 kW	2x 7.5 kW
Size of screening	20-350 mm	20-350 mm	20-350 mm	20-350 mm	20-350 mm
Capacity of working (with M.S.W. 350 Kg/m³ size 80 mm.)	10-15 T/h	20-25 T/h	30-40 T/h	50-60 T/h	70-80 T/h



HOOKLIFT VERSION	VE 3000	VE 4000	VE 5000	VE 6000
Transport length	5000 mm	6000 mm	6480 mm	7660 mm
Working width	7000 mm	8000 mm	8800 mm	9500 mm
Total length	3200 mm	4020 mm	4900 mm	6185 mm
Total width	2400 mm	2400 mm	2450 mm	2500 mm
Total height	2700 mm	2700 mm	2700 mm	2700 mm
Weight	7000 kg	8000 kg	9800 kg	11300 kg
Power installed	12 kW	15 kW	32 kW	32 kW

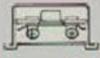
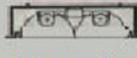


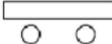
VERSION ON TRACK	VE 4000	VE 5000
Transport length	6500 mm	7600 mm
Working width	8500 mm	9500 mm
Total length	4010 mm	5160 mm
Total width	2500 mm	2500 mm
Total height	3100 mm	3100 mm
Weight	10000 kg	12000 kg
Power installed	75 HP	75 HP

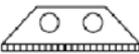
12.3. Capacidad teórica de las máquinas.

Orden	Máquina	Capacidad teórica [Tn/h]
1	Abridor de bolsas	30
2	Separador magnético	28
3	Eddy current separator	35
4	disc-screen	15
5	AUTOSORT	20
6	tanques de flotación	6
7	X-TRACT	18
8	Empacadora	10

12.5. Tablas para cálculo de iluminación.

Calidad del mantenimiento	Factor de mantenimiento según el tipo de luminaria		
	 Con acrílico	 Tubos a la vista	 Louver parabólico
Bueno	0.70	0.70	0.75
Regular	0.65	0.60	0.70
Malo	0.60	0.50	0.65

Forma de la Luminaria	Distancia entre centros de los artefactos	Techo	80%			70%			50%		
		Paredes	50%	30%	10%	50%	30%	10%	50%	30%	10%
		Índice del local	Factor de utilización								
Artefacto abierto con tubos fluorescentes 	1,4 x Altura del artefacto sobre el suelo	< 0,70	0,27	0,21	0,17	0,27	0,21	0,17	0,22	0,20	0,17
		0,70 a 0,90	0,35	0,30	0,24	0,35	0,30	0,24	0,34	0,28	0,24
		0,90 a 1,12	0,43	0,36	0,30	0,41	0,35	0,31	0,40	0,34	0,30
		1,12 a 1,38	0,49	0,42	0,37	0,49	0,42	0,36	0,46	0,40	0,36
		1,38 a 1,75	0,55	0,47	0,42	0,53	0,47	0,41	0,50	0,44	0,40
		1,75 a 2,25	0,62	0,55	0,50	0,60	0,53	0,49	0,57	0,52	0,47
		2,25 a 2,75	0,67	0,61	0,56	0,66	0,60	0,55	0,62	0,57	0,52
		2,75 a 3,50	0,71	0,65	0,60	0,70	0,63	0,59	0,65	0,61	0,56
		3,50 a 4,50	0,76	0,71	0,66	0,74	0,69	0,65	0,69	0,65	0,62
		> 4,50	0,81	0,76	0,71	0,78	0,74	0,70	0,73	0,69	0,67

Forma de la Luminaria	Distancia entre centros de los artefactos	Techo	80%			70%			50%		
		Paredes	50%	30%	10%	50%	30%	10%	50%	30%	10%
		Índice del local	Factor de utilización								
Artefacto con rejilla difusora y tubos fluorescentes 	1,2 x Altura del artefacto sobre el suelo	< 0,70	0,31	0,27	0,24	0,30	0,26	0,23	0,29	0,26	0,23
		0,70 a 0,90	0,37	0,33	0,30	0,37	0,33	0,29	0,36	0,32	0,29
		0,90 a 1,12	0,42	0,37	0,34	0,41	0,37	0,34	0,40	0,36	0,33
		1,12 a 1,38	0,46	0,42	0,38	0,45	0,41	0,38	0,43	0,40	0,37
		1,38 a 1,75	0,50	0,43	0,42	0,48	0,44	0,41	0,46	0,43	0,40
		1,75 a 2,25	0,54	0,50	0,47	0,53	0,49	0,46	0,50	0,47	0,45
		2,25 a 2,75	0,56	0,52	0,50	0,55	0,52	0,49	0,53	0,50	0,48
		2,75 a 3,50	0,58	0,55	0,52	0,57	0,54	0,52	0,54	0,52	0,50
		3,50 a 4,50	0,61	0,59	0,56	0,59	0,57	0,55	0,57	0,55	0,53
		> 4,50	0,62	0,60	0,58	0,61	0,59	0,57	0,58	0,56	0,55

12.6. Precio venta de los residuos



Cuadro I. Precios por kilo de materiales reciclables según punto de venta, con diferencia porcentual respecto al precio de Noviembre de 2015

Precios de Materiables Reciclables por kilo. Febrero 2016																					
Región	NEA			NDA		Centro						Cuyo		Patagonia		Referencia Casos Reciclados					
	Provincia	Misiones	Chaco	Salta	Entre Ríos	Santa Fe	Rosario		Buenos Aires		San Juan	Mendoza	Chubut	Formosa							
Municipio	Ayoates		Mesaje	Sala	Gualeguaychú	Rosario	General Pueyrredón	GBA		GBA 2	San Juan	Oral Albarr	Comodoro Rivadavia	Formosa							
Material	Febrero	% N 2015	Febrero	% N 2015	Febrero	% N 2015	Febrero	% N 2015	Febrero	% N 2015	Febrero	% N 2015	Febrero	% N 2015	Febrero						
Papel Mezcla	\$ 0,35	0%	\$ 1,40		\$ 0,60	20%	\$ 0,70	0%	\$ 1,10	0%	\$ 1,00	-9%	\$ 1,20	-3%	\$ 1,40	\$ 2,00	\$ 1,75				
Papel Blanco	\$ 0,50	0%	\$ 1,40		\$ 1,90	4%	\$ 2,00	-9%	\$ 1,90	27%	\$ 1,10	-27%	\$ 0,80	167%	\$ 0,90	\$ 1,20	\$ 1,10	\$ 2,50			
Papel Diario	\$ 0,60	0%			\$ 1,19	-29%			\$ 1,90	27%	\$ 1,10	-27%	\$ 0,80	167%	\$ 0,90			\$ 1,02			
Papel Revista	\$ 0,50	0%			\$ 1,22	7%	\$ 1,00	0%	\$ 1,70	6%	\$ 1,40	-13%	\$ 1,00	-17%	\$ 1,60	7%	\$ 1,00	\$ 1,15	\$ 2,00		
Cartón de 1°	\$ 1,00	0%	\$ 0,60		\$ 1,22	7%	\$ 1,00	0%	\$ 1,70	6%	\$ 1,40	-13%	\$ 1,00	-17%	\$ 1,60	7%	\$ 1,00	\$ 1,15	\$ 2,00		
Cartón de 2°	\$ 0,90	0%	\$ 0,60	\$ 1,40	0%				\$ 1,10	0%	\$ 1,00	-9%	\$ 0,40	-43%			\$ 0,80	\$ 0,89			
Tetrabrick					\$ 0,90				\$ 1,50	-35%	\$ 1,20	-40%	\$ 0,80	14%	\$ 1,00		\$ 0,80	\$ 1,08			
PET Cristal	\$ 1,40	27%	\$ 2,00	0%	\$ 3,10	25%	\$ 1,55		\$ 2,70	36%	\$ 3,60	35%	\$ 2,50	12%	\$ 2,40	0%	\$ 4,60	31%	\$ 4,00	\$ 2,87	\$ 4,07
PET Verde			\$ 1,00	0%	\$ 1,70	-25%	\$ 0,81	-25%	\$ 1,00	25%	\$ 1,80	-5%	\$ 1,50	-21%	\$ 0,40	-47%	\$ 2,30		\$ 1,31	\$ 2,10	
PET Azul	\$ 0,80	0%	\$ 0,50	0%					\$ 1,00	-10%	\$ 1,60	-24%	\$ 0,40	-53%					\$ 1,18		
PET Mezcla	\$ 0,80	0%	\$ 0,50	0%					\$ 0,80										\$ 0,70		
PET aceite			\$ 0,30	0%	\$ 0,50	0%					\$ 1,00	-33%	\$ 0,50	-67%	\$ 0,10	0%			\$ 0,48	\$ 1,20	
Plástico Duro					\$ 1,70						\$ 3,80	9%	\$ 2,50	-25%	\$ 1,10	-15%			\$ 2,28		
Soplado																	\$ 7,00		\$ 7,00	\$ 5,00	
Soplado Natural			\$ 2,00	0%					\$ 3,50	17%	\$ 5,00	-17%	\$ 5,60	22%	\$ 3,50	-22%			\$ 3,30		
Soplado Blanco					\$ 3,50	17%	\$ 0,80	-64%	\$ 5,00	10%	\$ 3,50	-30%							\$ 3,66		
Soplado Amarillo					\$ 3,50	17%			\$ 5,00	10%	\$ 3,50	-30%			\$ 1,80	0%			\$ 3,43		
Soplado Tutti					\$ 2,00	0%			\$ 1,00		\$ 5,50	38%	\$ 3,00	-25%	\$ 1,30	0%			\$ 2,56		
Soplado Negro									\$ 0,00		\$ 5,50	38%	\$ 4,00	0%	\$ 0,10	-60%	\$ 1,80		\$ 2,82	\$ 5,60	
Nylon					\$ 3,00	0%			\$ 1,50		\$ 5,50	38%	\$ 4,00	0%	\$ 0,10	-60%	\$ 1,80		\$ 2,23		
PP (hojaltes)					\$ 2,20				\$ 0,40		\$ 0,65	8%	\$ 0,40	-33%	\$ 0,00				\$ 0,75	\$ 0,55	
Vidrio Transparente									\$ 0,40		\$ 0,65	8%	\$ 0,40	-33%	\$ 0,80	-11%	\$ 0,80	0%	\$ 0,41	\$ 0,47	\$ 0,48
Vidrio Mezclado	\$ 0,40	100%	\$ 0,32	0%	\$ 0,34	0%			\$ 0,40	-33%	\$ 0,40	-33%	\$ 0,80	-11%	\$ 0,80	0%	\$ 1,20	9%	\$ 0,80	\$ 0,80	
Botellas	\$ 40,00	0%			\$ 50,00	45%	7%		\$ 50,00	11%	\$ 45,00		\$ 40,00		\$ 40,00	-5%			\$ 44,71		
Cobre	\$ 7,00	-7%			\$ 10,00	\$ 9,50	55%	\$ 0,80	\$ 10,00	11%	\$ 7,00	-42%	\$ 9,00	-26%	\$ 9,00	0%	\$ 8,00	14%	\$ 7,81	\$ 10,00	
Aluminio					\$ 35,00	\$ 25,00	0%		\$ 22,00	-37%	\$ 35,00	-5%	\$ 28,00	-24%	\$ 30,00	0%			\$ 25,17		
Bronce									\$ 0,70	-77%									\$ 0,70		
Acero									\$ 0,30	-90%	\$ 0,35	17%	\$ 0,20	-33%	\$ 0,60	0%			\$ 0,44		
Acero Mallas									\$ 0,30	-90%	\$ 0,35	17%	\$ 0,20	-33%	\$ 0,60	0%			\$ 0,50		
Hierro					\$ 13,00						\$ 0,35	-99%	\$ 0,20	-76%	\$ 0,20	-60%			\$ 0,25		
Plomo					\$ 0,55	0%					\$ 0,35	-99%	\$ 0,20	-76%	\$ 0,20	-60%	\$ 0,60	50%	\$ 0,58	\$ 0,40	
Latas de Acero					\$ 18,00	-10%													\$ 18,00		
Chatarra (hierros y mezcla)																					
Cable																					

Referencia: % N 2015 se refiere a la diferencia porcentual del precio de Febrero de 2016, con respecto al precio de Noviembre de 2015.



Cuadro II. Precios promedio por kilo de materiales reciclables en agosto y noviembre, con diferencia porcentual

Material	Promedio Noviembre	Promedio Febrero	Dif. Promedio
Papel Mezcla	0,78	0,75	-3%
Papel Blanco	1,62	1,73	7%
Papel Diario	1,03	1,10	6%
Papel Revista	1,03	1,02	0%
Cartón de 1°	1,27	1,15	-10%
Cartón de 2°	1,03	0,89	-16%
Tetrabrick	1,46	1,08	-35%
PET Cristal	2,25	2,87	21%
PET Verde	1,12	1,31	15%
PET Azul	1,32	1,18	-12%
PET Mezcla	0,50	0,70	29%
PET aceite	0,60	0,48	-25%
Plástico Duro	2,08	2,28	9%
Soplado Natural	3,46	3,90	11%
Soplado Blanco	2,80	3,66	23%
Soplado Amarillo	3,38	3,43	1%
Soplado Tutti	2,64	2,56	-3%
Nylon	2,37	2,82	16%
Vidrio Transparente	0,50	0,55	9%
Vidrio Mezclado	0,50	0,47	-7%
Botellas	1,30	0,80	-63%
Cobre	32,94	44,71	26%
Aluminio	8,56	7,81	-10%
Bronce	25,17	29,17	14%
Acero	1,33	0,70	-90%
Hierro	1,15	0,44	-163%
Plomo	13,00	6,50	-100%
Latas de Acero	1,80	0,25	-620%
Chatarra (hierros y mezcla)	0,41	0,58	30%
Cable	20,00	18,00	-11%

En este segundo cuadro se comparan los promedios por material del relevamiento realizado en Noviembre y el realizado en Febrero. Para ambos promedios se tuvieron en cuenta solamente las localidades que estaban presentes en ambos relevamientos.

Mientras que en el primer cuadro se puede observar que las variaciones son desparejas según localidades (mientras en un lado subieron los precios en otros bajaron), al observar la diferencia en los promedios se puede observar una tendencia a la baja por parte en lo que respecta a los metales y el cartón.