



TESIS DEGRADO

EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

ESTUDIO DEL TRATAMIENTO INDUSTRIAL DE
RESIDUOS ORGÁNICOS EN LA CIUDAD DE SAN
LUIS

AUTOR: MARIANO GIROD

DIRECTOR DE TESIS: ING. FELIX T. JONAS

2011

RESUMEN EJECUTIVO

El proyecto tiene como objetivo solucionar el problema de la basura en la Ciudad de San Luis mediante el tratamiento de la materia orgánica proveniente de la ciudad, de manera sustentable, para obtener compost que será utilizado como abono para la agricultura.

El compost proviene de un proceso biológico en donde la materia orgánica sufre un proceso de descomposición bacteriológico, generando el abono. Este producto será usado como fertilizante natural para el desarrollo de la horticultura en la provincia.

El producto se obtendrá al acopiar en túneles de compostaje la materia orgánica seleccionada en proceso previo de clasificación. Esta tecnología reduce el tiempo proceso de descomposición en un 50%. El proceso será del tipo cerrado, por lo cual la materia orgánica que al descomponerse naturalmente que libera gases contaminantes y lixiviados, serán controlados y tratados.

La ciudad de San Luis fue elegida debido a que el gobierno provincial, de estrecha relación con el municipio, ha lanzado planes de forestación y desarrollo de viveros con el objetivo de concientizar a la población en el cuidado del ambiente.

El impacto ambiental que produce la implementación del proyecto se reduce notablemente en comparación al basural a cielo abierto que funciona en la ciudad.

Paralelamente, se generan fuentes de trabajo para los habitantes de la ciudad y sus alrededores, dado que en la provincia el trabajo es de baja calidad.

El tema de la basura es una problemática a nivel mundial y con este proyecto se buscará minimizar las consecuencias que genera la disposición incorrecta. También busca fomentar el cuidado por el medio ambiente.

La viabilidad del proyecto fue analizada mediante el valor actual neto del flujo de fondos de caja. Dada la reducción del impacto ambiental generada por el proyecto, y siendo el goce del un ambiente sano un derecho constitucional (artículo 41 de la Constitución Nacional), el proyecto se considera viable, aunque el valor actual neto sea negativo en 300 mil dólares aproximadamente.

EXECUTIVE BRIEF

The principal project's objective is to solve the waste problem in the city of San Luis by treating the organic matter generated in the city, in a sustainable way, and obtaining a product, the compost, that can be used as a fertilizer in the agricultural industry.

The compost is a result of a biological process where the organic matter is decomposed by bacteria, generating the natural fertilizer. This product will be used to develop horticulture in the province.

The product will be obtained after the decomposition on the composting tunnels. Before the organic matter is placed on the tunnels, the waste is classified and separated. This technology reduced the decomposition process time by 50%. The leachates and the gases emitted by the organic matter decomposition will be controlled and treated.

The city of San Luis was chosen to do this analysis as the provincial government, who has a good relationship with the municipal government, is developing a forestry plan and nurseries with the objective to produce awareness in environmental care.

The environmental impact produced by the project is reduced in comparison with the present waste disposal method used.

Job sources are created for the city people. The citizens' job quality average is low in San Luis.

The waste is a global problem and the project is looking to minimize the consequences that generate the incorrect disposition of waste. In addition, the project promotes environmental concern.

The feasibility study was done through the net present value (NPV) of the cash. As the project reduces the environmental impact, and as a healthy environment is a right established by the constitution, the project is considered feasible even though the NPV is approximately 300 thousand dollars below zero.

AGRADECIMIENTOS:

Al Ingeniero Félix Jonás que ha dedicado tiempo en brindarme ayuda. A mi familia, a Delfina y a mis amigos por el apoyo incondicional.

1	SAN LUIS: LA PROVINCIA.....	9
1.1	Generalidades	9
1.2	Economía.....	11
1.2.1	Principales industrias.....	11
1.2.2	Indicadores sociales:	12
1.3	Política	13
1.4	Cuidad de San Luis.....	14
2	TIPOS DE RESIDUOS.....	16
2.1	Clasificación de los residuos:.....	16
2.2	Problemas de la basura	17
3	SITUACIÓN ACTUAL	18
3.1	Generación	18
3.2	Disposición en San Luis.....	19
3.3	Recolección en la cuidad de San Luis	20
4	COMPOSTAJE	21
4.1	Propiedades:.....	22
4.2	Tipos de obtención de compost.....	23
4.3	Dosis.....	23
5	MERCADO POTENCIAL	25
5.1	Análisis del Mercado Potencial:	25
5.2	Fuerzas de Porter:	25
5.2.1	Potenciales competidores:.....	25
5.2.2	Proveedores:	26
5.2.3	Sustitutos:.....	26
5.2.4	Consumidores:.....	26

5.3	FODA:.....	28
5.3.1	Fortalezas:.....	28
5.3.2	Oportunidades:	28
5.3.3	Debilidades:.....	29
5.3.4	Amenazas:.....	29
6	ESTIMACIÓN DE GENERACIÓN.....	30
6.1	Composición	35
7	INGENIERÍA PROPUESTA	37
7.1	Diagrama de bloques.....	40
7.2	Layout propuesto	42
7.3	Localización	44
7.4	Datos de entrada	44
7.5	Balance de línea de producción.....	44
7.5.1	Dimensionamiento cinta transportadora de Selección.....	45
7.5.2	Dimensionamiento Computúnel.....	48
7.5.3	Área de Maduración	49
7.5.4	Área de afino de compost.....	49
7.6	Producción.....	49
7.7	Maquinaria propuesta	50
7.8	Instalación Civil.....	53
7.9	Mano de obra necesaria por turno	53
7.10	Equipamiento secundario	54
7.11	Consumos de servicios.....	55
8	ESTUDIO ECONÓMICO.....	56

8.1	Consideraciones generales	56
8.2	Inversiones	57
8.3	Costos de Mano de obra.....	59
8.4	Costos de producción	59
8.5	Tratamiento del activo de trabajo.....	60
8.6	Financiamiento	61
8.7	Estado de Resultados.....	61
9	ESTUDIO FINANCIERO	65
9.1	IVA.....	65
9.2	Cuadro de Fuentes y Usos	65
9.3	Flujo de Fondos proyectado, VAN y TIR.....	65
9.4	Período de Repago simple	67
10	IMPACTO AMBIENTAL Y SOCIAL	69
11	PROBLEMAS ABIERTOS	70
12	CONCLUSIONES.....	71
13	ANEXO I.....	72
14	ANEXO II.....	73
15	ANEXO III: Cudro de Fuentes y Usos	74
16	ANEXO IV: Balance Proyectado	75
17	Anexo V: Cálculo de WACC	77

1 SAN LUIS: LA PROVINCIA

1.1 Generalidades

La provincia de San Luis presenta una población de 431.588¹ habitantes, según lo informado por el Censo Nacional del 2010, correspondiendo el 1% de la población nacional. Consta de 9 departamentos, siendo el 'Departamento La Capital' el departamento con mayor cantidad de habitantes con 204.512¹ habitantes (47% del total de la población de la provincia) y el departamento de Belgrano el menor con 2.139¹ habitantes.

La provincia limita al norte con las provincias de San Juan y La Rioja, al Este con la provincia de Córdoba, al sur con la provincia de La Pampa y al oeste con la provincia de Mendoza.



Figura 1.1-1: Provincia de San Luis

La provincia consta de 9 departamentos:

- Ayacucho

¹ Fuente: INDEC, Censo Nacional 2010

- Belgrano
- Chacabuco
- Coronel Pringles
- General Pedernera
- Gobernador Dupuy
- Junín
- La Capital
- Libertador General San Martín

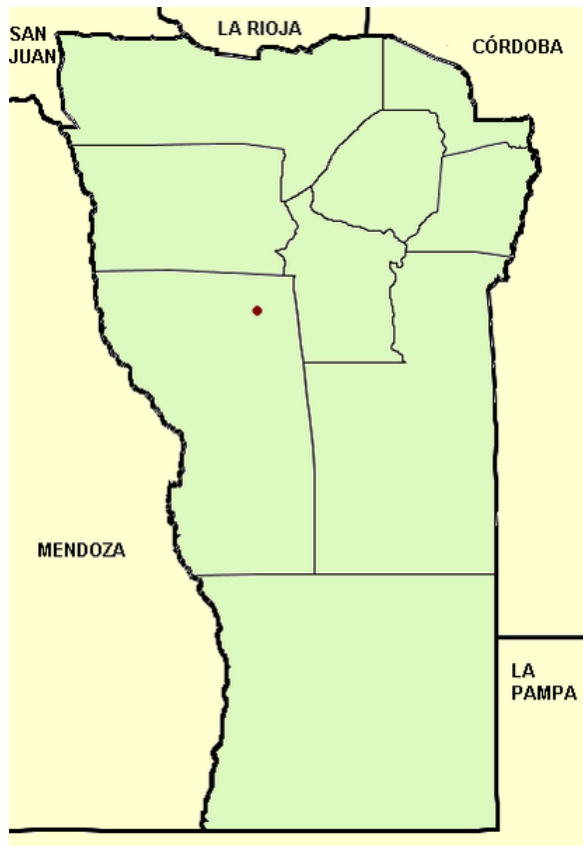


Figura 1.1-2:

La provincia consta con una superficie de 76.748 km², resultando una densidad de población de de 5,62 hab/km². La distribución de superficies dentro de los departamentos es la siguiente:

Departamento	Superficie (km²)	Población¹ (hab)	Densidad (hab/km²)
Ayacucho	9.681	18.927	1,96
Belgrano	6.626	3.945	0,60
Chacabuco	2.651	20.644	7,79
Coronel Pringles	4.484	13.082	2,91
General Pedernera	15.057	125.470	8,33
Gobernador Dupuy	19.632	11.532	0,59
Junin	2.476	28.808	11,63
La Capital	13.120	204.512	15,59
Libertador Gral. San Martín	3.021	4.668	1,54
Total	76.748	367.933	-

Tabla 1.1-1: Población y densidad por departamentos de la Provincia de San Luis.

1.2 Economía

1.2.1 Principales industrias

La economía de la provincia se basa en la agricultura, ganadería, industrias, minería y turismo.

La agricultura se practica en los departamentos de Chacabuco, General Pedernera y Cornel Pringles. Principalmente se cultiva maíz, pero además se comercializan otros granos como la soja y el sorgo.

La ganadería es la actividad económica más importante de la provincia, de las cuales se cría ganado bovino, caprino, equino, ovino y porcino. También existe una industria avocada a la producción de leche de vaca.

La industria instalada en la provincia es escasa aunque la provincia aliente a empresas a radicarse allí debido a que gozan de desgravaciones impositivas. Sin embargo, hay instaladas fábricas textiles, cerámicas, sustancias aromáticas, entre otras.

San Luis presenta gran actividad minera debido a su geografía. La extracción de calizas, como el mármol onix, es una actividad importante dentro de la provincia. Otros minerales que extraídos son la sal, el uranio (tiene uno de los yacimientos importantes a nivel nacional) y el tungsteno, el cual se está

planeando instalar una planta de dicho mineral². Generalmente los minerales se encuentran en la zona este de la provincia.

El turismo representa un importante ingreso a la economía puntana debido a la diversidad de paisajes que presenta la provincia y el atractivo que representan las sierras.

1.2.2 Indicadores sociales:

Para tener una visión de la economía puntana, se han investigado los indicadores socio-económicos de indigencia, pobreza, actividad, empleo y desempleo.

Según el INDEC, la línea de indigencia se establece a partir del valor monetario de la canasta básica alimentaria, que representa los productos requeridos para la cobertura de un umbral mínimo de necesidades energéticas y proteicas de cada miembro del hogar.

La línea de pobreza representa el valor monetario de una canasta básica total. La canasta básica total, es una ampliación de la canasta básica alimentaria, establecida por el INDEC.

La siguiente tabla muestra los valores de pobreza e indigencia a nivel nacional, en la región de Cuyo y a nivel provincial.

	<i>Nacional</i>		<i>Cuyo</i>		<i>San Luis</i>	
	2003	2010	2003	2010	2003	2010
Pobreza	54,0%	12,0%	54,8%	10,2%	63,2%	12,3%
Indigencia	28,0%	3,0%	25,3%	2,1%	33,1%	2,9%

Tabla 1.2.2-1: Niveles de indigencia y pobreza para la Nación, Cuyo y San Luis.³

Se han incluido los valores nacionales y regionales para analizar los valores de la provincia de San Luis teniendo una referencia. Los cálculos obtenidos del año 2010 son valores sesgados ya que el Indec ha sido intervenido por el gobierno nacional, pero se han dejado expuestos por el mismo motivo expuesto, para comparación. Como se puede ver, en el último tiempo se ha disminuido los valores de indigencia y pobreza a causa de la reactivación económica del país luego de la crisis sufrida en los años 2001/2002. San Luis tiene valores similares a los de pobreza e indigencia nacionales, pero levemente superiores a los de su región.

² Fuente: Ministerio de Economía de San Luis - <http://www.mtiyc.sanluis.gov.ar/>

³ Fuente: elaboración de CIPPEC en base a EPH, INDEC. Primer Semestre de 2003 y 2010.

Posiblemente los valores del 2010 expuestos en la anterior tabla son mayores, ya que los niveles de indigencia y pobreza son medidos en base a precios de productos, que han sido adulterados por el actual gobierno nacional para 'incrementar' el rendimiento de las políticas aplicadas por el mismo. En consecuencia dichos indicadores y otros tantos más, como la inflación, no son cuantitativos, sino que resultan como método de comparación cualitativo.

Con respecto a los niveles de actividad, empleo y desempleo:

<i>Indicador</i>	<i>Actividad</i>		<i>Empleo</i>		<i>Desempleo</i>	
	2003	2010	2003	2010	2003	2010
Región						
Nacional	42,8%	46,2%	36,2%	42,5%	15,6%	7,9%
Cuyo	45,0%	42,0%	37,0%	40,0%	15,0%	5,0%
San Luis	38,0%	39,0%	32,0%	38,0%	16,0%	2,0%

Tabla 1.2.2-2: Niveles de Actividad, Empleo y Desempleo para la Nación, Cuyo y San Luis.⁴

Se define como:

- Tasa de actividad al cociente entre la población activa y la población económicamente activa.
- Tasa de empleo al cociente entre la población ocupada y la población total
- Tasa de de desocupación al cociente entre la población desocupada y la población económicamente activa.

Se puede observar que las tasas de actividad, empleo y desempleo son levemente inferiores a las regionales y a las nacionales. Estos últimos indicadores y los predecesores, de pobreza e indigencia, nos llevan a concluir que la calidad y remuneración de los empleos que ofrece la provincia son bajos ya que hay una desocupación del 2%, pero un nivel de pobreza del 12,3%.

1.3 Política

La situación política de la provincia es compleja. Desde la vuelta de la democracia en la Argentina, en 1983, ha tenido solamente a tres gobernadores, a los hermanos Adolfo y Alberto Rodríguez Saa y a Alicia Lemme, vice-gobernadora de Adolfo que asumió el cargo de gobernadora en 2001 luego que Adolfo haya renunciado para ser presidente de la nación. Todos ellos pertenecen al partido justicialista. y han convertido al estado provincial en un feudo.

⁴ Fuente: elaboración de CIPPEC en base a EPH, INDEC. Segundo trimestre de 2003 y 2010.

Lejos en el tiempo, en las décadas del 80' y 90', han quedado las grandes obras públicas, sobre todo las extensas autopistas y los planes habitacionales, y la promoción industrial que hicieron que migre mucha gente para encontrar trabajo digno.

Hoy en día no ocurre lo mismo ya que la mayoría de los puntanos tiene trabajo, como vimos anteriormente, pero de baja calidad. La tasa de desempleo está 'dibujada' con planes sociales (el Plan de Inclusión Social, como le dicen allí) que es provisto por el gobierno, con aproximadamente 20.000 beneficiarios. Se han frenado las políticas de viviendas pregonadas en las décadas anteriores, afectando a la población con menos recursos, provocando un déficit habitacional.

Con respecto a las instituciones, éstas están muy dañadas por el motivo de las constantes reelecciones de los hermanos Rodríguez Saa. Hay que sumar a esto que el clientelismo está muy instalado en el gobierno y que se producen negociados a la hora de realizarse un proyecto.

Los municipios de la provincia necesitan, para tener autonomía política, financiera, administrativa e institucional, poseer una carta orgánica. Sólo los municipios que superan a los 25.000 habitantes pueden tenerla.

Actualmente, el municipio de San Luis está gobernado por Alicia Lemme, ex gobernadora de la provincia y aliada a los Rodríguez Saa. Por lo tanto, las políticas, tanto económicas como sociales, están alineadas con el marco descripto.

1.4 Ciudad de San Luis

La ciudad de San Luis pertenece al departamento de 'La Capital'. En la ciudad residen 153.322 habitantes según el censo 2001. En dicho departamento, residen 168.771 habitantes, el 0,5% de la población nacional, según lo censado en 2001. Por otro lado, en el 2010, se registraron 204.512 habitantes, lo que significa un aumento del 21%.

Aproximadamente 150 km separan a San Luis con Villa Mercedes, la segunda ciudad en importancia de la provincia.

El municipio de San Luis es autónomo y es la capital de la provincia. Las instituciones provinciales están establecidas en la ciudad. El gobierno provincial tiene una estrecha relación con el municipio, de hecho en este momento quien fuera la ex vicegobernadora de Alberto Rodríguez Saa, Alicia Lemme, está a cargo de la intendencia. Por lo tanto, la ciudad está muy influenciada por las

políticas gubernamentales provinciales y es por eso que se hizo hincapié en describir el marco económico, político y social de la provincia.

Los cálculos oficiales de los residentes del municipio no están disponibles, pero sí los pertenecientes a los departamentos. Por lo tanto, se realizará una estimación de los habitantes. Como hipótesis principal, se determina que la proporción entre los residentes de la ciudad y el departamento se mantiene constante entre 2001 y 2010. Entonces:

$$Pob.Cdad.SL_{2010} = \frac{Población.Cdad.SL_{2001}}{Población.Depto.Capital_{2001}} \times Población.Depto.Capital_{2010} = 186.000hab$$

La población del departamento ha crecido aproximadamente un 20%.

Los niveles de necesidades básicas insatisfechas (NBI) en la ciudad, rondan por el 12%⁵, un equivalente a 22.300 habitantes.

⁵ Fuente: Gobierno de la Provincia de San Luis – Secretaría de Estado General, Legal y Técnica – Dirección Provincial de Estadísticas y Censos.

2 TIPOS DE RESIDUOS

La basura es un problema a nivel mundial ya que además de contaminar el medio ambiente, no hay lugar físico para su deposición. Por este motivo existe una isla de plásticos flotante en medio del Océano Pacífico. Lo que busca este proyecto es encontrar una alternativa viable para poder reutilizar los materiales minimizando el impacto ambiental.

2.1 Clasificación de los residuos:

Podemos clasificar a la basura de dos maneras, según su composición y según su origen.

Según su composición:

- Residuos orgánicos (de origen biológico)
- Residuos inorgánicos (plásticos, vidrio, metales, etc.)
- Residuos peligrosos (todo desecho que constituye un peligro potencial)

Según su origen:

- Residuos domiciliarios
- Residuos industriales
- Residuos de Sanitarios
- Residuos comerciales
- Residuos urbanos
- Basura espacial

Según la legislación nacional actual, los residuos sólidos urbanos son “elementos, objetos o sustancias que como consecuencia de los procesos de consumo y desarrollo de actividades humanas son desechadas y/o abandonados”⁶.

Este proyecto analizará el uso de residuos orgánicos domiciliarios, comerciales y urbanos para su posterior reciclado y obtención de compost. El resto de los residuos, ya sean inorgánicos y peligrosos, que vienen mezclados con la basura, en caso de no haber una disposición selectiva de residuos, no serán incluidos en el análisis. Por lo tanto, se considerarán que entran a la planta y se

⁶ Según Ley 25.916, art. 2°

entregan a terceros que utilizan productos como el papel, vidrio, plásticos para como materia prima para su posible reutilización.

2.2 Problemas de la basura

La basura y su disposición es un problema que excede a la ciudad de San Luis ya que esta demostrado que con las costumbres actuales, cuando aumenta el consumo, se genera más basura. En lugares de nivel socioeconómico bajo donde los recursos económicos no abundan, el impacto que representa una gestión de la basura inficaz, es superior al del nivel alto.

Los problemas más comunes son:

- Contaminación de la napa freática por filtración de lixiviados.
- Contaminación del aire, olores.
- Acumulación de metales pesados en organismos.
- Emisión de gases de efecto invernadero (CO₂ y CH₄).
- Lluvia ácida

Estos problemas conllevan a problemas en la salud de la población y un crecimiento del gasto público en salud. Por este motivo, es importante que haya una gestión de los residuos responsable

Reutilización de residuos

Hay distintas formas de reutilizar residuos, algunas son:

- Reciclaje de plasticos, vidrios, cartón, metales.
- Compostaje.
- Incineración de materia orgánica.

3 SITUACIÓN ACTUAL

3.1 Generación

Según los datos obtenidos del GIRSU (Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos), entidad perteneciente a la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, en el año 2004 la generación de residuos sólidos urbanos, era la siguiente:

Provincia	Población (Extrapolada a 2004)	GPC (kg / hab.día)	RSU Total (miles ton / año)	RSU Total %
Buenos Aires	14.312.138	0,83	4.268	34,63%
Catamarca	359.963	0,69	90	0,73%
Ciudad de Buenos Aires	2.721.750	1,52	1.493	12,11%
Córdoba	3.177.382	1,05	1.204	9,77%
Corrientes	979.223	0,87	306	2,48%
Chaco	1.053.335	0,61	232	1,88%
Chubut	433.739	0,95	148	1,20%
Entre Ríos	1.209.218	0,6	261	2,12%
Formosa	518.000	0,65	122	0,99%
Jujuy	650.123	0,71	166	1,35%
La Pampa	314.131	0,98	111	0,90%
La Rioja	315.744	0,77	88	0,71%
Mendoza	1.637.765	1,15	678	5,50%
Misiones	1.033.676	0,44	163	1,32%
Neuquén	508.309	0,92	169	1,37%
Río Negro	571.013	0,86	178	1,44%
Salta	1.157.551	0,76	316	2,56%
San Juan	655.152	0,96	226	1,83%
San Luis	399.425	1,12	161	1,31%
Santa Cruz	211.336	0,82	63	0,51%
Santa Fe	3.079.223	1,11	1.235	10,02%
Santiago Del Estero	852.096	0,83	255	2,07%
Tierra del Fuego	113.363	0,64	26	0,21%
Tucumán	1.405.521	0,73	369	2,99%
TOTAL	37.669.169	0,91	12.325	

Tabla 3.1-1: Generación de RSU nacional por provincia per cápita y total

Como podemos observar, en el año 2004, se generaban 0,91 kg/hab de RSU a nivel nacional. Las provincias con mayor generación per cápita de RSU eran la Ciudad de Buenos Aires con una generación de 1,52 kg/hab en primer lugar, la provincia de Mendoza en segundo lugar con 1,15 kg/hab y en tercer lugar la

Provincia de San Luis con 1,12 kg/hab. Misiones se ubica en la última posición con 0,44 kg/hab, siendo menor a la tercera parte de lo generado en la Capital Federal. La provincia de San Luis representa un 1,31% de la generación total de residuos a nivel nacional.

3.2 Disposición en San Luis

El 89% de los centros para tratamiento de residuos sólidos urbanos son basurales a cielo abierto⁷. El centro de tratamiento de la municipalidad de San Luis no excede a la problemática que la Argentina está inmersa ya que la disposición de RSU se realiza en un basural a cielo abierto en el cordón externo de la ciudad.

Actualmente, en el basural a cielo abierto de la Municipalidad de San Luis, se practica el entierro de residuos sin compactar. Lo mismo ocurre con los RSU, se ha construido una fosa de 38.000 m³ donde se depositan los residuos diarios de la ciudad. El enterramiento se realiza formando capas de basura y tierra intercaladas.

Este método de disposición de residuos puede producir la contaminación de la napa freática a ya que los lixiviados se pueden filtrar de la capa impermeabilizadora que tiene el basural. También produce fuertes olores ya que los residuos al estar en contacto con el aire se descomponen y posteriormente emiten gases del efecto invernadero como CO₂ (dioxido de carbono) y CH₄ (metano), peligrosos ya que absorben una gran energía de la radiación solar.

⁷ Según el 'Informe de Situación en torno a los basurales a Cielo Abierto', ENERGIRSU, Noviembre 2007.



Figura 3.2-1: Basural actual en Ciudad de San Luis

3.3 Recolección en la ciudad de San Luis

La recolección y el traslado de la basura está a cargo de la Municipalidad de San Luis y se realiza a diario al centro de disposición. Cuando arrancó la gestión Alicia Lemme en 2007 como intendente de la ciudad, pasó de manos privadas la recolección, que estaba a cargo de la empresa 9 de Julio, a la Municipalidad. Durante ese traspaso, se han comprado camiones computadores con capacidad de 10 tn para la recolección, como se muestra a continuación.



Figura 3.3-1: Camiones de recolección

El estudio considera que no habrá cambios en la recolección de la basura al establecer la futura planta en las proximidades al actual basural a cielo abierto.

4 COMPOSTAJE

El compostaje es un proceso biológico en donde la materia orgánica se transforma en abono, apto para distintos usos. Es una técnica para obtener fertilizante natural tan vieja como es el mundo. Es valorado porque contiene una mezcla de nutrientes esenciales para el desarrollo de la agricultura. Es una manera económica de reciclar la materia orgánica producida por la actividad diaria de los humanos.

Las materias primas para efectuar el compostaje son restos de comida (frutas, vegetales y provenientes de animales), desechos de podas, de agricultura, de animales, restos orgánicos de procesos, complementos minerales y estiércol de animales.

La duración promedio de este proceso es de 45 días y se puede diferenciar en 4 fases en relación a la temperatura que va tomando el futuro compost ya que es fundamental para la actividad de los microbios.

1. Fase I: Mesofilia. La mezcla de materia orgánica está a temperatura ambiente. Los microorganismos mesófilos se empiezan a reproducir rápidamente y debido a su actuación la masa va incrementando su temperatura hasta los 45°C, que es el tope de su rango de acción y donde aparecen los microorganismos termófilos.
2. Fase II: Termofilia. Durante esta etapa, la masa sufre grandes cambios de temperatura a causa de la actividad de microbios, hongos y actinomicetos. Arriba de los 45°C aprox, los microorganismos mesófilos desaparecen y entran en acción los termófilos. Estos organismos, transforman al nitrógeno en amoníaco, lo que hace incrementar el pH levemente a la masa. Cuando la masa tiene 60°C, empiezan a actuar los hongos y actinomicetos, que son los encargados de descomponer las proteínas.
3. Fase III: Enfriamiento. Cuando la temperatura empieza a decaer debido a que no hay mas nutrientes para que puedan actuar los organismos de la fase anterior, vuelven a actuar los mesofílicos hasta que no tengan más nutrientes disponibles para descomponer.
4. Fase IV: Maduración. La temperatura es estable debido a que no hay actividad de microbios. Se producen reacciones secundarias de condensación y polimerización del humus. **[Peter J. Stoffella, 2001]**

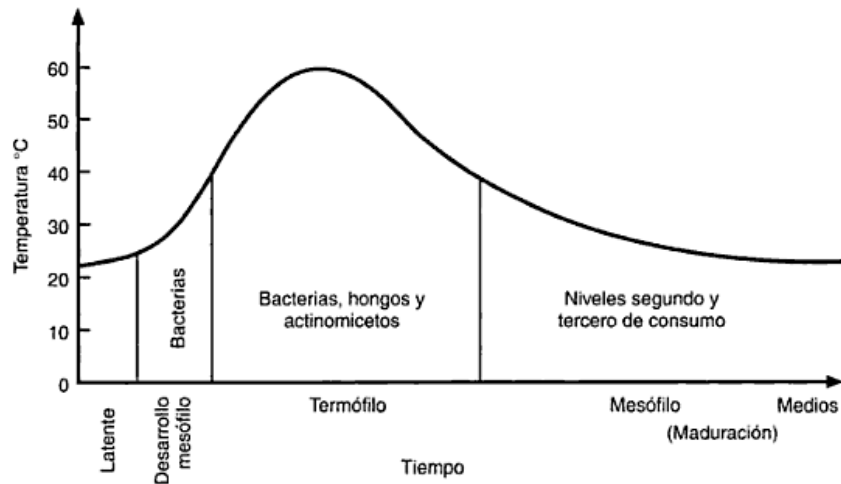


Figura 4-1: Desarrollo microbiano en pilas de compost.

De esta descripción de las fases del compost se desprenden factores a monitorear para el desarrollo del compost. Ellos son:

- Temperatura
- PH
- Humedad
- Oxígeno
- Relación C/N, relación entre carbon y nitrógeno

4.1 Propiedades:

- Mejora las propiedades del suelo al proveer nutrientes como el carbon, nitrógeno, fósforo y potasio.
- Mayor retención de agua en el suelo e impide que los nutrientes se mantengan en el suelo cuando se riega una plantación.
- Mejora la actividad biológica del suelo al actuar como alimento para microorganismos, que funciona como indicador de fertilidad del suelo.
- PH estable para plantas delicadas.
- No tiene presencia de hormonas que pueden causar efectos secundarios.

La composición de carbón sobre nitrógeno da una pauta del tipo de compost que se obtendrá. Una óptima relación es entre 20 y 30 veces más átomos de carbono en la mezcla que de nitrógeno. Para obtener dicha relación se mezclan componentes de la materia orgánica. Por ejemplo el pasto tiene una relación de 19, los residuos de comida un 15 y las hojas secas 55. El carbono representa fuente de energía para las plantas cuando las bacterias descomponen las moléculas con C. El nitrógeno es vital para las plantas ya que están en el compost en forma de aminoácidos para la generación de clorofila.

Las fuentes de carbono son aquellas que provienen de la madera, paja y hojas secas. Por otro lado, la materia vegetal verde como las frutas, estiércol y restos de comida entregan nitrógeno.

4.2 Tipos de obtención de compost

Existen dos métodos de obtención de compost, ellos son:

1. **Sistemas abiertos:** se basa en apilar la materia orgánica a compostar en pilas de aproximadamente 2,7m de alto y 3 m de ancho. Una vez llegada una temperatura (generalmente 70°C), las pilas se voltean para que se renueve el aire en los poros de la masa para que los microorganismos puedan entrar nuevamente en acción. La frecuencia de volteo es de 7 días y la duración total del proceso es de 45 días, incluyendo la etapa de maduración del compost. Este proceso tiene un riesgo alto de filtraciones de lixiviados ya que están situados en un espacio extendido y son difíciles de controlar.
2. **Sistemas cerrados:** se basa en colocar la materia orgánica a compostar en un espacio confinado cerrado donde se desarrollan las etapas de mesofilia, termofilia y enfriamiento del compost. En el caso del proyecto, se tratan de túneles donde la cantidad de oxígeno, el pH, la humedad y la temperatura son controlados con sensores conectados a un PLC. Los lixiviados son recogidos y se vuelven a introducir a la masa, para obtener un compost más rico en nutrientes. El producto permanece por una semana dentro del túnel, aproximadamente. La etapa de maduración se realiza en pilas y se voltea, tal como en los sistemas abiertos.

4.3 Dosis

El compost se puede utilizar en actividades agropecuarias y paisajísticas reemplazando, en cierta medida, a los fertilizantes inorgánicos convencionales usados en extensas plantaciones. Los fertilizantes inorgánicos es difícil de erradicarlos del mercado ya que proveen grandes soluciones a los productores

de granos y afines. Aparte, su manera de aplicar es más ventajosa que la del compost. El compost como fertilizante se aplica a nivel local, en cada planta y no como con los fertilizantes inorgánicos que se esparcen con distintos métodos, como un avión sobrevolando la plantación y rociando las plantas. Es por eso que el compost se acostumbra a aplicarse en plantaciones menores.

La aplicación de fertilizantes al suelo parte de la necesidad de nutrientes de ciertos cultivos para que crezcan y que los suelos no pueden proveer⁸. En cambio, el compost es un material integral que aporta todos los nutrientes necesarios para el crecimiento de la plantación involucrada.

En la siguiente tabla, se pueden observar las dosis de aplicación aproximadas para cada tipo de plantación:

Tipo	Dosis a aplicar
Hortalizas	0,4 a 0,8 kg/m ²
Granos	0,3 a 0,5 kg/m ²
Árboles	5 a 20 kg/u
Flores	0,4 a 0,8 kg/m ²
Césped	0,3 a 0,5 kg/m ²

Tabla 4.3-1: Cantidades de aplicación de compost

⁸ Según Fertilizer Manual, United Nations Industrial Development Organization, International Fertilizer Development Center

5 MERCADO POTENCIAL

La elección de la ciudad de San Luis para realizar este estudio se debe a que San Luis es una provincia con alto compromiso con el medio ambiente. La provincia ha lanzado un programa para respetar el protocolo de Kyoto, cuyos participantes se comprometen a reducir las emisiones de CO₂. También la Provincia ha organizado charlas con el ex vicepresidente de EEUU, Al Gore, públicamente conocido por su afán por conservar el medio ambiente y creador de la película “An Inconvenient Truth” que intenta concientizar a la población del mundo de los daños que se están haciendo a nuestro mundo con los usos y costumbres que tiene la población hoy en día.

5.1 Análisis del Mercado Potencial:

El objetivo principal del proyecto es presentarle un beneficio social a los habitantes de la ciudad de San Luis, tal como esta expresado en el artículo 41 de la Constitución Nacional (CN) Argentina, que dice: “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... Las autoridades proveerán a la protección de este derecho, a la utilización racional de los recursos naturales, a la preservación del patrimonio natural y cultura y de la diversidad biológica...”. Con esto se quiere demostrar que el objetivo principal del mismo no es encontrar el beneficio económico mayor, sino cumplir con los requisitos que dicta la CN. Esto significa que se analizará el mercado, pero que su beneficio será evaluado de la misma forma que un proyecto de inversión común, pero seremos más flexibles a la hora de decidir la viabilidad del proyecto.

5.2 Fuerzas de Porter:

Potenciales competidores, proveedores, sustitutos, compradores, competidores

A continuación se realizará un análisis del mercado a estudiar para utilización del compost obtenido a partir del reciclaje de la materia orgánica de los RSU.

5.2.1 Potenciales competidores:

No entrarán potenciales competidores, por lo menos a una escala que puedan afectar al proyecto ya que se necesitan permisos provinciales para poder ingresar.

Los competidores que pueden resultar del compost provisto por el proyecto pueden competir con el compost que potencialmente pueden generar los

productores de hortalizas impulsado por el Plan Forestal. Dicho volumen de compost potencial consiste en un volumen bajo en comparación al que puede se puede estimar con este análisis del proyecto.

5.2.2 Proveedores:

Debido a que el proyecto se basa en la instalación de una planta del gobierno provincial de San Luis, el acceso a proveedores de materia prima, de servicios y mano de obra no consiste en una limitante para efectuar el proyecto.

La provisión de la materia prima la realizarán los camiones recolectores con capacidad de 10 tn de basura de la municipalidad de San Luis, con lo cual, su disponibilidad no es un gran impedimento, a pesar de depender exclusivamente del sector camionero. Este aparece como un problema ya que el peso del gremio en el marco político del país es alto y puede incidir en la provisión de la basura al haber probabilidad de potenciales paros. Tal situación también puede incidir en los costos de transporte, pero al tratarse de un proyecto marginal, dicha alza de costos no se incluye en el alcance del proyecto.

Se considera que habrá disponibilidad energética al pertenecer a un proyecto de la municipalidad, y que tiene aval del gobierno provincial, como se mostró anteriormente en el capítulo primero.

Respecto de la mano de obra, al tratarse de un proyecto impulsado por el gobierno, facilitará el acceso a mano de obra ya que a los gobernantes de dicha provincia le convendrá utilizar como propaganda que se han brindado puestos de trabajo y que se han insertado en la economía.

5.2.3 Sustitutos:

Los sustitutos al compost son los fertilizantes inorgánicos tradicionales que constituyen un daño al medio ambiente, cosa que el compost no lo hace ya que consiste en un producto orgánico y natural.

En el proyecto se propone utilizar el compost obtenido para generar un nicho de mercado de horticultura orgánica, con lo cual los fertilizantes inorgánicos no son propiamente productos sustitutos.

5.2.4 Consumidores:

El proyecto propone que el gobierno fomente la producción de hortalizas en la provincia en el marco del Plan Forestal como complemento del mismo y también como generación de puestos de trabajo. Además, se propone que el compost obtenido en la planta sea utilizado en los espacios verdes de la Ciudad de San Luis y en las plantaciones del Plan Forestal (aproximadamente

15 millones de árboles⁹), en caso de haber un excedente, como provisión nutrientes.

Queda fuera del análisis del proyecto de que manera el la municipalidad de San Luis en conjunto con el gobierno de la provincia fomentarán el cultivo de hortalizas.

5.2.4.1 Horticultura:

‘La horticultura es la rama de la agricultura dedicada al cultivo de las denominadas plantas de huerta, entre ellas las legumbres y otras especies utilizadas por sus raíces o tubérculos (tallos subterráneos suculentos), por sus frutos o brotes, etc.’¹⁰ Generalmente se practica en espacios reducidos.

Se propuso el cultivo de hortalizas ya que es una manera de enseñar a los habitantes de bajos recursos a auto sustentarse tanto económicamente como con la alimentación.

5.2.4.2 Espacios verdes en la ciudad

San Luis es una ciudad con parques municipales y gran cantidad de arboles, con lo cual el compost obtenido se podrá utilizar para abonar los parques y árboles que sean necesarios. Se calcula que son necesarios

5.2.4.3 Plan Forestal

El ministerio de Medio Ambiente de la Provincia de San Luis ha impulsado en el año 2007 el plan Forestal, en el marco del Tratado de Paz entre Progreso y Medio Ambiente, que promueve la instalación de viveros y la plantación de árboles al borde de las rutas con el fin de reducir las emisiones de CO₂ y combatir el cambio climático, dentro del protocolo de Kyoto.

“El protocolo de Kyoto sobre el cambio climático es un acuerdo internacional que tiene por objetivo reducir las emisiones de seis gases que causan el calentamiento global: dióxido de carbono (CO₂), gas metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O), además de tres gases industriales fluorados: Hidrofluorocarbonos (HFC), Perfluorocarbonos (PFC) y Hexafluoruro de azufre (SF₆), en un porcentaje aproximado de al menos un 5%, dentro del periodo que va desde el año 2008 al 2012, en comparación a las emisiones al año 1990¹¹”.

⁹ Según datos del Ministerio de Medio Ambiente de San Luis.

¹⁰ Según Enciclopedia Hispánica, Tomo Nro. 8, pag. 56.

¹¹ Fuente: Wikipedia.com

Fue firmado por la mayoría de los países del mundo. Las fuentes de los gases de efecto invernadero (GEI) a reducirse son:

- Dióxido de carbono (CO₂): el uso de combustibles fósiles, la deforestación y la agricultura intensiva.
- Gas metano (CH₄): la descomposición de residuos de agricultura, incineración de biomasa, cambios de usos de la tierra, los rellenos sanitarios.
- Oxido nitroso (N₂O): uso de combustibles fósiles.
- Hidrofluorocarbonos (HFC): fuente industrias y de manufactura.
- Hexafluoruro de azufre (SF₆) – las fuentes incluyen a la transformación de electricidad y la manufactura.

5.3 FODA:

5.3.1 Fortalezas:

- Reciclaje de materia orgánica proveniente de los residuos orgánicos generados en la ciudad de San Luis como materia prima para la producción de compost cuyo costo de adquisición es cero, sólo tiene costo el transporte del mismo (no se considera en el proyecto al ser un costo marginal).
- Proceso 'limpio', sustentable y sostenible al reducirse las emisiones de dióxido de carbono y metano, ajustándose al protocolo de Kyoto.
- Conversión de un desecho en un producto con valor final.
- Abono natural con precio bajo.

5.3.2 Oportunidades:

- Plan forestal impulsado por el gobierno provincial de San Luis.

- Tratado de Paz entre Progreso y Medio Ambiente propuesto por el gobierno de San Luis cuya meta es reducir el consumo de energía a través de eficiencia energética¹².
- Creciente conciencia por el medio ambiente que genera consumo de productos amigables con el mismo.
- Producción de hortalizas en la zona.
- Impulsar la generación de un nicho de mercado de productos orgánicos para

5.3.3 Debilidades:

- Productos sustitutos eficientes tales como fertilizantes.

5.3.4 Amenazas:

- Existencia de procesos de reutilización de basura para generar energías.
- Marco político de la Provincia muy cerrado.

¹² Ministerio de Medio Ambiente, Gobierno de San Luis,
<http://www.medioambiente.sanluis.gov.ar>

6 ESTIMACIÓN DE GENERACIÓN

Para estimar la basura generada anualmente en la ciudad de San Luis, se realizará con los datos expuestos en el capítulo 3, más los datos históricos de generación a nivel nacional que se muestran a continuación, una regresión lineal para proyectar la generación de basura nacional. Luego, en base a esa estimación, se hallará la de la ciudad de San Luis debido a que no se consiguieron datos.

Se parte de la premisa que la proporción entre lo generado per cápita en la ciudad de San Luis con respecto a lo generado en el país es constante, ya que se tiene el dato de generación de la ciudad de San Luis en el año 2004. Es decir, que en San Luis el índice per cápita será un 22% de la generación de RSU nacional proyectado.

$$Crec(\%) = \frac{RSU_{SL} - RSU_{nac}}{RSU_{nac}} \times 100\% = \frac{1,12 \frac{kg}{hab.día} - 0,92 \frac{kg}{hab.día}}{0,92 \frac{kg}{hab.día}} \times 100\% = 21,7\%$$

Año	Generación de RSU (Kg/hab/día) ¹³
2001	0,88
2002	0,67
2003	0,80
2004	0,92
2005	0,91

Tabla 6-1: Generación histórica de RSU.

Para dicho análisis, se propuso un modelo de regresión lineal del tipo:

$$Y = AX + b$$

Siendo A y los b los coeficientes a estimar mediante el método mencionado anteriormente. La variable 'Y' será la dependiente a estimar y la 'X' la independiente cuya proyección es conocida.

Se realizaron tres regresiones lineales, contra el PBI real (producto bruto interno) en dólares, contra la población y un modelo que contempla esas dos variables. Para elegir el modelo adecuado, se analizaron las siguientes variables estadísticas:

¹³ Fuente: Ministerio de Desarrollo social, ENERGIRSU, 2005.

	PBI	Población	PBI y Población
Coefficiente de determinación R²	0,7451	0,2207	0,8305
Varianza	0,0323	0,0096	0,0180
Valor crítico de F	0,0495	0,4246	0,1695

Tabla 6-2: Indicadores estadísticos de las regresiones corridas

Para determinar el modelo óptimo, se analizaron los coeficientes de determinación R², las varianzas y los valores críticos de F (debe ser menor a 0,05). El PBI cumple con todos los requisitos ya que tiene un coeficiente R² de 0,7451 y un valor de F menor a 0,05, con un nivel de confianza del 95%, con una varianza superior a los otros modelos, pero aún baja. Esto demuestra que existe una relación lineal entre el Producto Bruto Interno y la generación de basura per cápita nacional. Los otros modelos fueron descartados ya que el modelo que lo relaciona con la población tiene un R² bajo y el del PBI y población tiene un valor de F superior al 0,05.

Este modelo es el que mejor se ajustó contra la generación per cápita de RSU ya que a medida que crece el consumo (PBI sube), se generan más residuos. Esto ocurre ya que el consumo de productos superfluos, aquellos que no pertenecen al consumo diario de los habitantes, aumenta con el poder adquisitivo de cada individuo. Por el contrario, cuando baja el poder adquisitivo (PBI baja), los productos antes mencionados se dejan de consumir y, por lo tanto, hay una reducción de generación de basura.

Año	PBI (millones de \$) ¹⁴	Generación per cápita
2001	263,997	0,88
2002	235,236	0,67
2003	256,024	0,8
2004	279,141	0,92
2005	304,764	0,91

Tabla 6-3: PBI real y RSU generado real.

El análisis de correlación corrido entre los datos que figuran más arriba, entregó los siguientes resultados:

¹⁴ Fuente: Fondo monetario Internacional.

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0,863202154
Coefficiente de determinación R ²	0,745117958
R ² ajustado	0,660157277
Error típico	0,060667097
Observaciones	5

Tabla 6-4: Análisis de correlación en entre las variables PBI real y RSU generado

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	0,03227851	0,03227851	8,77015	0,05947497
Residuos	3	0,01104149	0,003680497		
Total	4	0,04332			

Tabla 6-5: Análisis de varianza en entre las variables PBI real y RSU generado

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95,0%</i>	<i>Superior 95,0%</i>
Intercepción	-0,0886	0,3134	-0,2827	0,7958	1,0860	0,9087	-1,0860	0,9087
PBI	0,0035	0,0012	2,9614	0,0595	0,0003	0,0072	-0,0003	0,0072

Tabla 6-6: Valores de los coeficientes del modelo de regresión implementado.

La ecuación predictiva será:

$$Generación_i = 0,0035 \times PBI_i - 0,0886$$

Año	PBI (millones de \$) ¹⁵	Generación per cápita diaria nacional	Generación per cápita diaria San Luis
2001	263,997	0,88	
2002	235,236	0,67	
2003	256,024	0,80	
2004	279,141	0,92	1,12
2005	304,764	0,91	1,17
2006	330,565	1,05	1,28
2007	359,190	1,15	1,40
2008	384,153	1,24	1,51
2009	401,440	1,30	1,58
2010	413,483	1,34	1,63
2011	425,888	1,38	1,68
2012	438,664	1,43	1,74
2013	451,824	1,47	1,79
2014	465,379	1,52	1,85
2015	479,340	1,57	1,91
2016	493,721	1,62	1,97
2017	508,532	1,67	2,03
2018	523,788	1,72	2,09
2019	539,502	1,77	2,16
2020	555,687	1,83	2,23
2021	572,358	1,89	2,30

Tabla 6-7: PBI real, RSU generado real y proyectado.

¹⁵ Fuente: Fondo monetario Internacional.

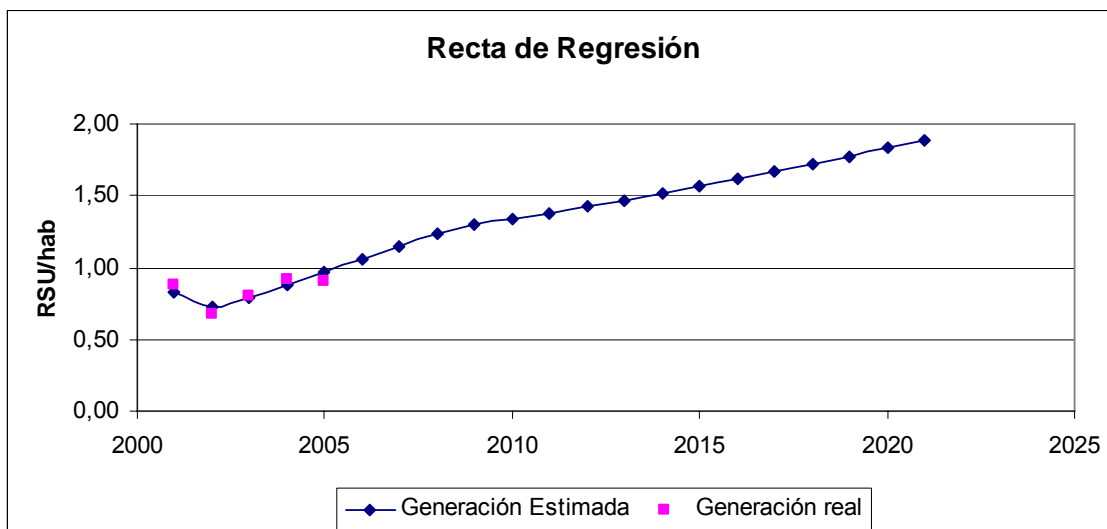


Figura 6-1: Recta de regresión

La proyección de generación de RSU muestra que en el año 2021, se generará 1,9 kg/hab/día, un valor relativamente alto dado que la generación de hoy en día es entre 0,9 y 0,95 kg/hab/día, un incremento superior al 111%. Dada la naturaleza de la estimación, los valores se utilizarán sabiendo que es una estimación. Por otro lado, el crecimiento del PBI tiene implícito el crecimiento de la población del país ya que a medida que aumenta la población del país, debería incrementar dicho índice al tener una mayor cantidad de trabajadores insertados en el sistema económico. Por lo tanto, la generación en la ciudad de San Luis se supondrá constante.

En consecuencia, los RSU en la ciudad de San Luis serán el producto de los valores correspondientes con la población estimada actual de la ciudad, 186 mil habitantes:

Año	Generación San Luis (ton/año)
2011	114.190
2012	117.836
2013	121.590
2014	125.458
2015	129.441
2016	133.544
2017	137.770
2018	142.123
2019	146.606
2020	151.224
2021	155.981

Tabla 6-8: Generación Estimada de RSU en Cdad. San Luis.

Los valores en la tabla que está por encima servirá datos de entrada para el dimensionamiento de la capacidad de la planta para producir compost.

6.1 Composición

Para realizar el análisis de falibilidad económico-financiero, se necesita como dato de entrada la basura generada en la ciudad y su correspondiente composición. La composición que se utilizará para este estudio es¹⁶:

Fracción	Porcentaje en peso
Orgánicos	50%
Otros	12%
Metales	2%
Vidrio	5%
Papel y cartón	17%
Plásticos	14%

Tabla 6.1-1: Composición de la basura en San Luis.

En la ciudad de San Luis se reciclan el 30% de los materiales enviados al basural a cielo abierto¹⁷. Estos son plásticos, papel, cartón y vidrios. En el estudio de ingeniería, se considerará que la totalidad de estos materiales se reciclan.

¹⁶ Fuente: Coordinación General para la Gestión de RSU, Secretaría de Desarrollo Sustentable, 2009.

¹⁷ Fuente: El diario de la República, en su nota “Los puntanos entre los mayores generadores de residuos del país”.

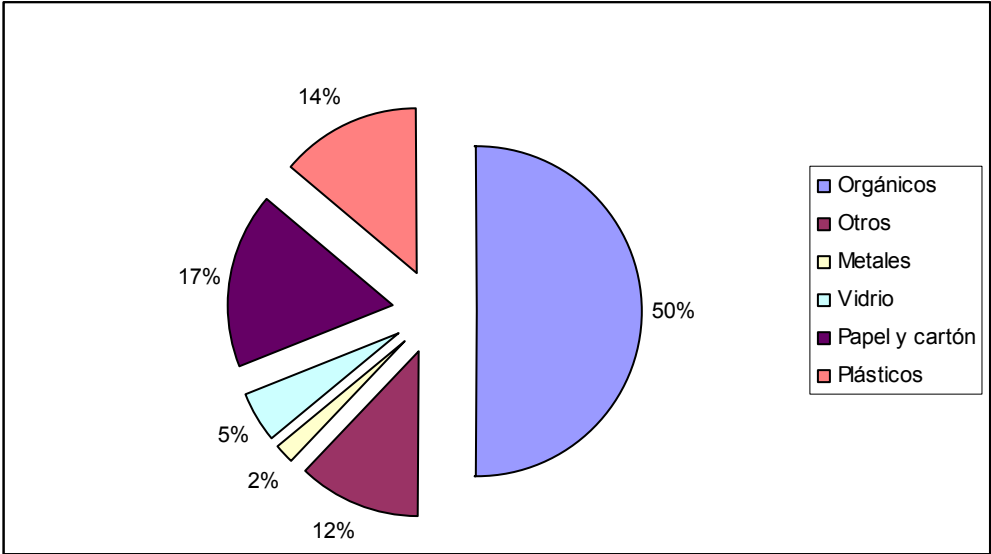


Figura 6.1-1: Composición de la basura en San Luis

En la fracción 'otros' están contenidos los residuos del tipo peligroso.

7 INGENIERÍA PROPUESTA

En el próximo capítulo se realizará el dimensionamiento de una planta para cumplir con los requisitos de generación de basura estimados en el capítulo 6. Se supone que la disposición selectiva de basura no ha sido implementada. Se supone que la planta arrancará a operar en 2012.

El sistema de tratamiento del compost a aplicarse en el proyecto se basará en un sistema cerrado utilizando túneles de hormigón llamados compostúneles, en donde la materia orgánica seleccionada arrancará el proceso de conversión de compost en sus fases mesofilia, termofilia y parte de la fase de enfriamiento. La maduración se realizará en pilas volteadas. La ventaja fundamental por la que se eligió dicha tecnología es que el proceso de tratamiento de los materiales de entrada se reduce considerablemente, siendo de X días en un sistema abierto convencional a 7 días.

El proceso de ingeniería se puede desglosar en 5 subprocesos los cuales están integrados:

1. Recepción
2. Selección
3. Compostaje
4. Maduración de pilas
5. Afino de compost

El proceso arranca en el momento que el camión recolector de basura deposita los materiales en la tolva de recepción.

1. Recepción:

Una vez que los camiones han descargado la basura en la fosa de recepción de la planta, un puente grúa con una garra tipo pulpo que toma los materiales en la fosa y los deposita en una tolva. La fosa está dispuesta de tal manera que su eje longitudinal es perpendicular al del eje de la cinta transportadora que es alimentada por la tolva, para facilitar la maniobra de descarga de los camiones en la fosa. La tolva alimenta a un trommel donde se desgarran las bolsas que acopian la basura con un desgarrador de bolsas. En dicho trommel el material recibido sufre un rociado de hipoclorito de sodio para eliminar los olores. Luego de desgarrarse las bolsas, el trommel descarga el material en una cinta transportadora. Esta cinta en su recorrido hay ubicados dos dos separadores magnéticos donde se apartan los metales contenidos en la basura (2%) y, una

vez apartados, la cinta empieza a elevarse ya que está dispuesta de forma oblicua. Una vez obtenida una altura indicada, los materiales ingresan a una plataforma en donde se inicia el proceso de selección.

2. Selección:

La separación de la basura se realiza de manera manual. Se ubica una cantidad determinada de operarios frente a la cinta transportadora y dichas personas, que tienen asignado separar una determinada fracción de residuos, toman la fracción designada y la ubican en una tolva conectada con su correspondiente contenedor donde las fracciones caen por gravedad. En dichos contenedores se ubican las fracciones de la basura no deseadas para obtener el compost. Dichas fracciones son vidrio (5%), papel y cartón (17%), plásticos (14%) y el resto de materiales que no sean orgánicos, clasificados como 'otros', que representan el 12% de la basura ingresada en la planta. Una vez superada esta etapa, en teoría, la materia orgánica se encuentra separada del resto de la basura para seguir con el proceso de compostaje. La plataforma donde se produce este subproceso, tiene un sistema de extracción de aire, para eliminar los olores dentro del mismo y que los trabajadores tengan una mejor calidad de trabajo, si bien se disminuyó la carga de olores con el rociado de hipoclorito en el trommel.



Figura 7-1: Cinta de clasificación.

3. Compostaje:

El transportador de selección descarga la materia orgánica a compostar en un molino tipo shredder, que tritura la materia orgánica para que tenga un mayor

contacto con el aire e incrementar la actividad bacteriológica. Ese molino, descarga en otro transporte, que descarga el material en un área confinada donde se acopia en pilas la misma que luego ingresará en los compostúneles. Dentro de estos túneles de hormigón, la materia orgánica sufre los procesos de mesofilia, termofilia y el inicio del enfriamiento. El material permanecerá siete días dentro del túnel, con un tiempo de carga y descarga de dos días. La ventilación se realiza por aspiración forzada. Los túneles están conectados a un biofiltro, cuya finalidad es tratar los gases emitidos a la atmósfera para que su impacto ambiental no sea relevante. Los lixiviados producidos por la descomposición de los materiales, son reingresados al proceso de compostaje ya que eleva la calidad del mismo. De esta forma el requerimiento de una planta de tratamiento de efluentes es más pequeño que en el caso que los lixiviados no sean reingresados en el proceso.

4. Maduración de pilas:

Luego de finalizar el proceso dentro del compostúnel, el producto se transporta a una nave cerrada y disponerse en pilas. En esta etapa del proceso se produce la fase de maduración del compost. El futuro compost se sitúa en pilas de sección triangular de 3 m de base y 2 m de altura. Las pilas se dejarán en maduración por dos semanas y se voltearán a los 7 días.

5. Afino de compost:

Cuando el proceso de compostaje finaliza, el compost obtenido se transporta mediante una pala mecánica se envía a una línea cuya finalidad es seleccionar el compost con una granulometría determinada. El compost se deposita sobre una cinta transportadora dispuesta oblicuamente para ganar altura y descarga en una criba vibrante. La criba vibrante tiene el fin de seleccionar el compost con una granulometría menor a 40 mm¹⁸ y el de alta granulometría enviarlo a rechazo. Después, el compost seleccionado, se dirige hacia una mesa densimétrica la cual, por medio de parrillas vibrantes y sistema de soplado, separa del compost las impurezas que puede tener el mismo. Las impurezas se dividen en ligeros, papeles y plásticos, y en pesados, como áridos y vidrios.

¹⁸ Fuente: Metrocompost S.A.

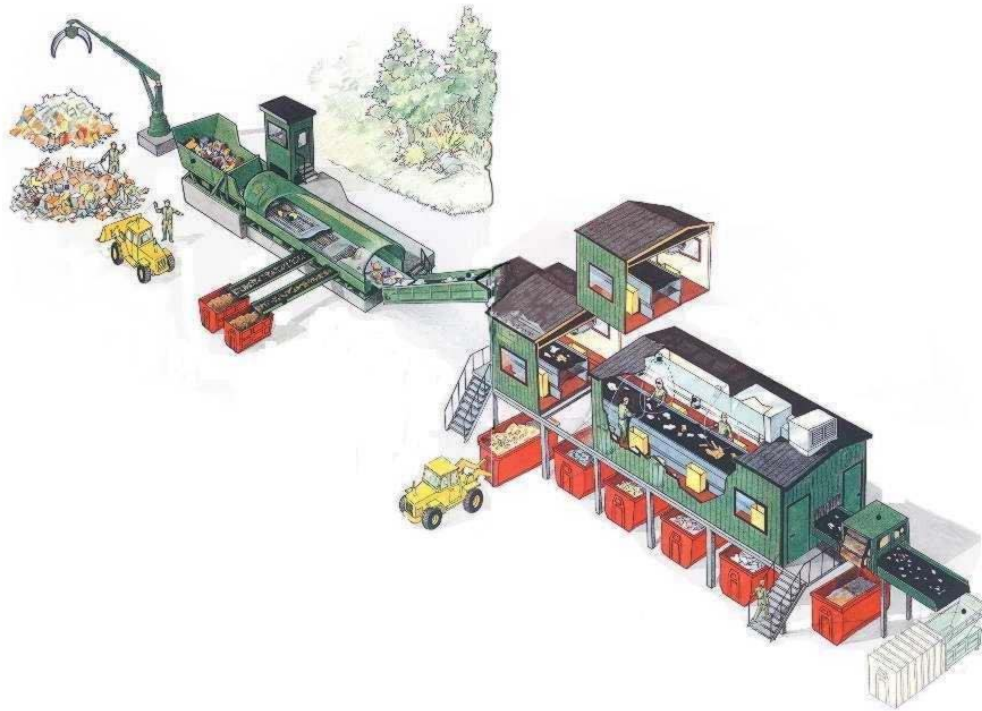


Figura 7-2: Esquema de planta de procesos de recepción y selección.

7.1 Diagrama de bloques

Para una mejor visualización del proceso y los flujos de materiales, se realizó un diagrama de bloques para estimar los flujos de masa en el proceso:

Estudio del tratamiento industrial de Residuos Orgánicos Urbanos en la ciudad de San Luis

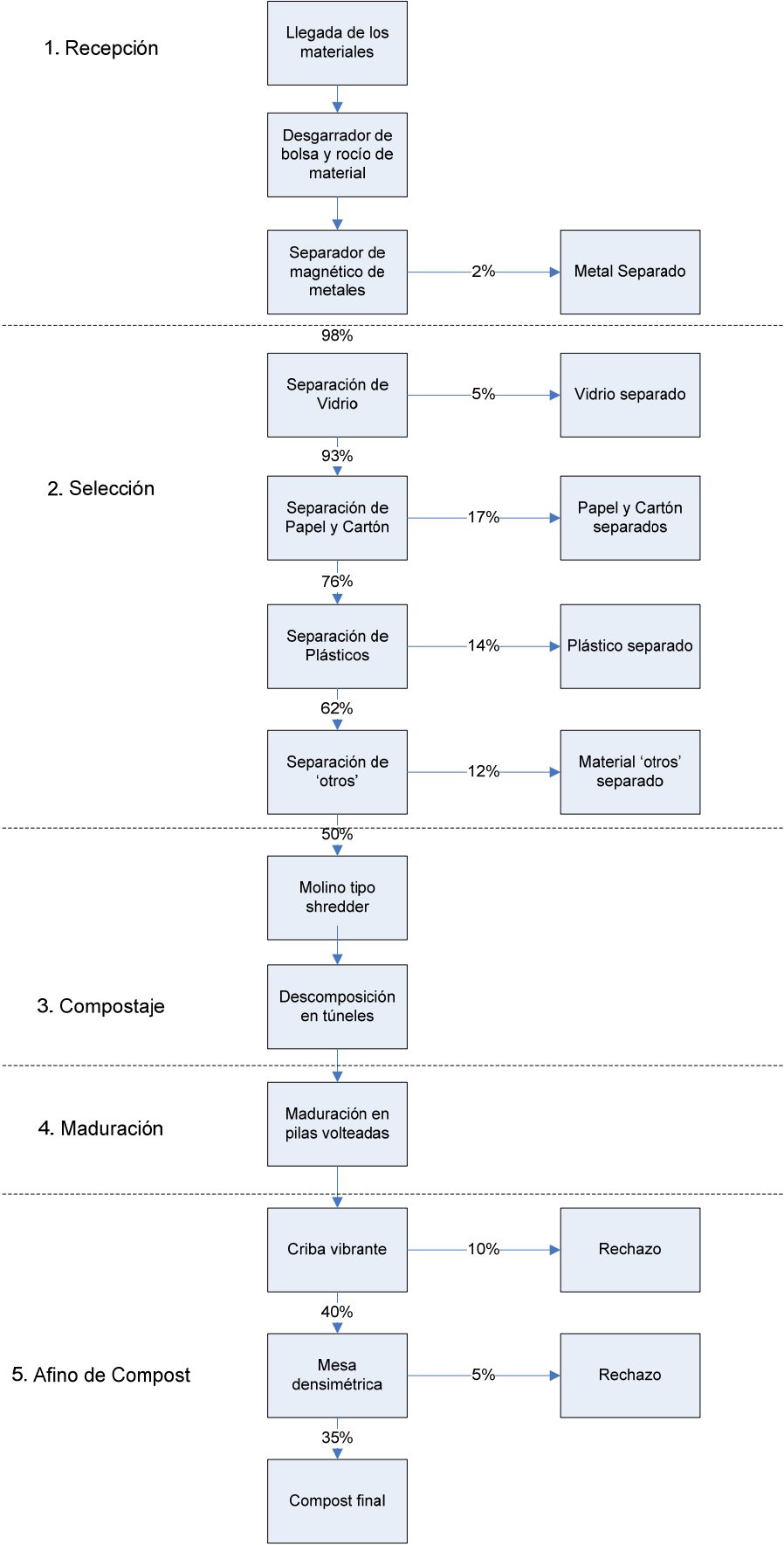


Figura 7.1-1: Diagrama de flujo másico del proceso

Los porcentajes del diagrama son en base a la entrada.

Se considera que la totalidad de la materia orgánica ingresada al proceso de compostaje se transformará en producto final. En el afino de compost, se realiza una depuración del compost según granulometría y se rechaza el 20% del compost obtenido¹⁹. Además se halla que hay un 10%²⁰ del compost obtenido tiene restos de otras fracciones de los residuos extraídos por una mesa densimétrica, fracción que se extrae para mejorar la calidad del compost obtenido.

7.2 Layout propuesto

Antes de esquematizar el layout, es necesario establecer un diagrama de flujo de proceso para definir la maquinaria y como serán los traslados del producto entre las mismas.

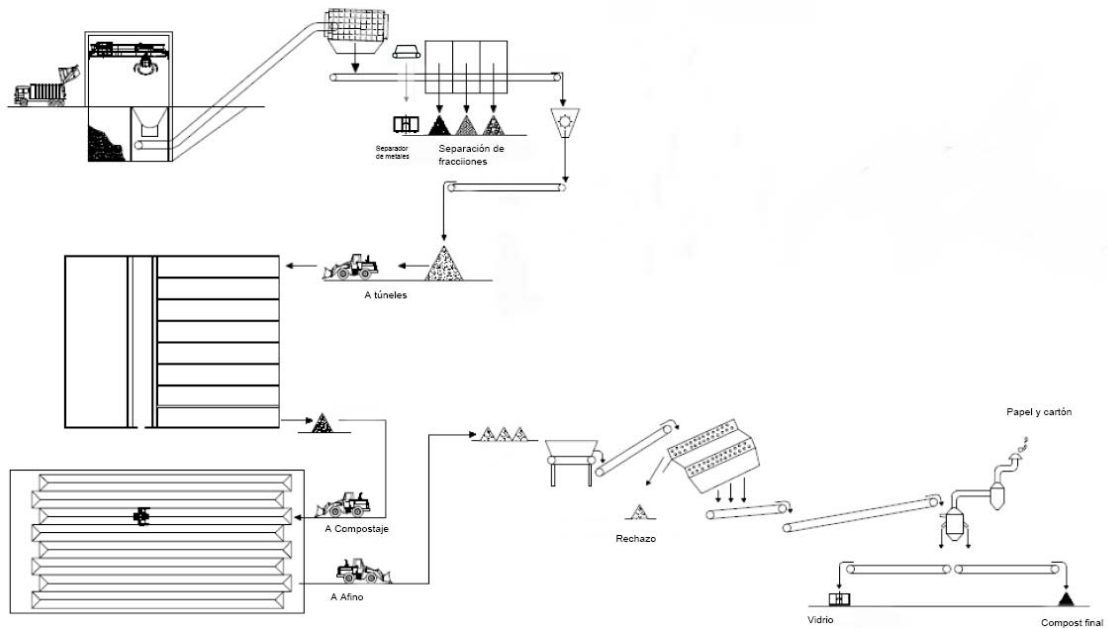


Figura 7.2-1: Diagrama de flujo de proceso

Se decidió aplicar el siguiente layout:

¹⁹ Fuente: Metrocompost S.A

²⁰ Fuente: Metrocompost S.A

Estudio del tratamiento industrial de Residuos Orgánicos Urbanos en la ciudad de San Luis

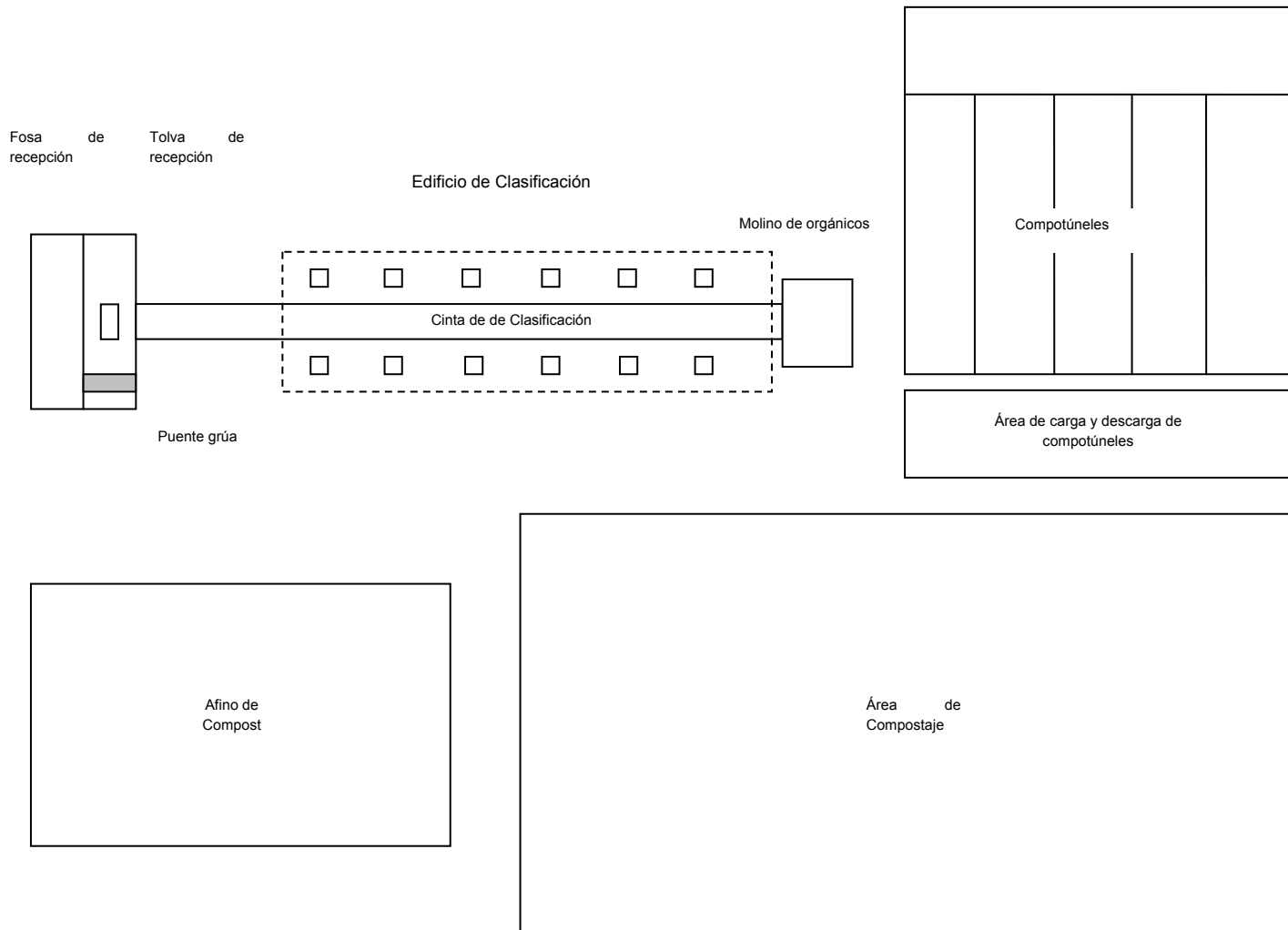


Figura 7.2-2: Esquema de Layout propuesto

7.3 Localización

La localización de la planta será una porción del terreno destinado al basurero actual en las cercanías de la ciudad. Se consideró la misma localización para poder realizar un estudio económico marginal, sin incrementar los costos de transporte de la basura. El predio donde se establecerá la planta deberá adecuarse para la actividad que se desarrollará.

Por otro lado, esta cerca del mismo basural, en donde se enterrará una menor cantidad de basura. Hay materiales que no pueden reciclarse y son aquellos los que hay que utilizar como relleno sanitario.

7.4 Datos de entrada

Para definir la maquinaria necesaria para cumplir con el diseño de planta descrito, se supone que la totalidad de la basura generada anualmente en la Ciudad de San Luis será tratada en la planta diseñada en este proyecto. También, se supone que los materiales que provienen del vidrio, cartón, papel y plásticos son reciclados por un tercero, con lo cual en la planta solamente se realiza la clasificación de los residuos. En consecuencia, se supone que no es necesaria la maquinaria asociada a los procesos relacionados al reciclado de estos materiales, como una enfardadora, ya que este proceso está siendo realizado allí.

	Orgánicos	Otros	Metales	Vidrio	Papel y cartón	Plásticos	Total (tn/año)
	50%	12%	2%	5%	17%	14%	
2011	57.095	13.703	2.284	5.710	19.412	15.987	114.190
2012	58.918	14.140	2.357	5.892	20.032	16.497	117.836
2013	60.795	14.591	2.432	6.080	20.670	17.023	121.590
2014	62.729	15.055	2.509	6.273	21.328	17.564	125.458
2015	64.721	15.533	2.589	6.472	22.005	18.122	129.441
2016	66.772	16.025	2.671	6.677	22.703	18.696	133.544
2017	68.885	16.532	2.755	6.889	23.421	19.288	137.770
2018	71.061	17.055	2.842	7.106	24.161	19.897	142.123
2019	73.303	17.593	2.932	7.330	24.923	20.525	146.606
2020	75.612	18.147	3.024	7.561	25.708	21.171	151.224
2021	77.990	18.718	3.120	7.799	26.517	21.837	155.981

Tabla 7.4-1: Toneladas anuales de las fracciones de basura a clasificar.

7.5 Balance de línea de producción

Para hallar la maquinaria necesaria, se dividirá el proceso dentro de los subprocesos antes descritos. Para ello, la producción se deberá buscar un equivalente en kilos por turno. Para dimensionar dicha línea se realizará desde

la entrada de material hacia la salida ya que se trata de un tratamiento de material y la venta de compost se basa en la cantidad de materia orgánica tratada.

Se considera que el año laboral son 302 días considerando domingos libres y 10 feriados por año. Por lo tanto:

tn/día	Recepción	Clasificación	Compostaje	Maduración de pilas	Afino de compost
2012	378	371	189	189	132
2013	390	382	195	195	137
2014	403	395	201	201	141
2015	415	407	208	208	145
2016	429	420	214	214	150
2017	442	433	221	221	155
2018	456	447	228	228	160
2019	471	461	235	235	165
2020	485	476	243	243	170
2021	501	491	250	250	175

Tabla 7.5-1: Capacidades teóricas requeridas por área y día

El régimen de trabajo será de dos turnos por día.

La tolva de entrada y la primera cinta transportadora debe tener una capacidad real que cumpla con el requerimiento de entrada de materiales a la planta.

Para la maquinaria correspondiente a la clasificación, se necesitará de las mismas con menor capacidad ya que se han extraído los metales.

7.5.1 Dimensionamiento cinta transportadora de Selección

Para dimensionar la maquinaria involucrada en el proceso se debe calcular la densidad equivalente de los residuos ingresados al área de clasificación. Para ello, se realizará un promedio ponderado en base al porcentaje de cada fracción de basura que ingresa a la planta multiplicada cada una por su densidad estimada, todo ello dividido por la suma de las fracciones. Las densidades son:

Fracción	Densidad (Tn/m ³)
Residuos orgánicos	0,8
Residuos inorgánicos	0,5
Residuos patológicos y peligrosos	0,2

Tabla 7.5.1-1: Densidades de las fracciones de la basura

$$\delta_{eq} = \frac{\delta_{RO} \cdot \%_{RO} + \delta_{RI} \cdot \%_{RI} + \delta_{RP} \cdot \%_{RP}}{\%_{RO+RI+RP}} =$$

$$= \frac{0,8 \frac{Tn}{m^3} \cdot 0,5 + 0,5 \frac{Tn}{m^3} \cdot 0,36 + 0,2 \frac{Tn}{m^3} \cdot 0,12}{0,5 \frac{Tn}{m^3} + 0,36 \frac{Tn}{m^3} + 0,12 \frac{Tn}{m^3}} = 0,61 \frac{Tn}{m^3}$$

Se considera al papel y cartón como residuos inorgánicos y la fracción de otros como residuos patológicos y peligrosos.

A la hora de realizar el dimensionamiento de una cinta transportadora, las variables clave a definir son el ancho de banda y la velocidad. En el caso de cintas de clasificación, estos parámetros están determinados. La velocidad de la cinta no puede ser muy alta ya que debe haber operarios en el pie de la cinta clasificando los residuos, recogiendo los residuos que les fueron asignados. Por este motivo, dentro de la industria se utiliza una velocidad de 0,3 m/s aproximadamente²¹. El ancho de banda es de 1200 mm, con un ancho de 1000 mm efectivos debido a que posee baberos anti derrame de chapa o goma para que los residuos no caigan de la cinta transportadora.

Para hallar la cantidad de cintas necesarias, sin importar que largo tengan, se calcula:

$$Q_1 = \delta \cdot A \cdot v \text{ y } Q_T = N \cdot Q_1 \text{ siendo,}$$

Q_1 : Capacidad la cinta transportadora

δ : Densidad del material

A: Sección equivalente

V: velocidad de la cinta

Q_T : Capacidad de diseño

N: Número de cintas transportadoras

Para hallar el área de la sección de carga de la cinta, se planteó con un ángulo de sobrecarga de 30° y dicha sección de tamaño triangular para facilitar del cálculo, aunque en la realidad se asemeje más a una sección circular. Por lo tanto,

²¹ Fuente: Peltec S.A.

$$A = \frac{b.h}{2} = \frac{1m.0,5m.\text{sen}(30^\circ)}{2} = 0,125m^2$$

$$Q_1 = 0,61 \frac{Tn}{m^3} \cdot 0,125m^2 \cdot 0,3 \frac{m}{s} = 0,0229 \frac{Tn}{s} \cdot 3600 \frac{s}{h} = 82,35 \frac{Tn}{h}$$

Entonces $Q_1 = 82,35 \frac{Tn}{h}$ y $Q_T = 21 \frac{Tn}{h}$ como máximo en el año 2021, $N=0,26$.

Por lo tanto, la capacidad de diseño es superior a la capacidad de entrada, por lo que se puede modificar el ancho de banda o la velocidad. El ancho de banda se mantendrá igual ya que si se achica, no se podrá disponer a los operarios enfrentados ya que los trabajadores se van a molestar entre ellos, por lo que aumentará el largo de la cinta, implicando una mayor inversión y costo de operación.

Se decidió utilizar una velocidad de 0,15 m/s lo que implica un caudal de 41,17 Tn/h, todavía superior al caudal de entrada.

La capacidad promedio de cada operario de recolectar la basura es de 2 kg de basura por minuto. La cantidad de operarios determinará la longitud de la cinta, al necesitar de una longitud de 1 metro de separación entre los operarios que clasifican la basura. La capacidad de recolección limita al proceso ya que no se puede elevar la capacidad del ser humano. Para elevar la capacidad del proceso, hay que aumentar la mano de obra, aumentando el largo de la cinta y, en consecuencia, la inversión en obra civil aumenta como los costos de operación y mantenimiento.

Como la capacidad calculada es suficiente, se decidió instalar una cinta transportadora de 70 m, considerando a los operarios trabajando enfrentados. La ubicación en tresbolillo es más eficiente en término de utilización de espacios, pero se estimó que el alcance del operario es de 50 cm, por motivos de seguridad, y si hay un operario a cargo de una sección de la cinta, no puede cubrir el ancho de banda efectivo (1 m). Se decidió que sean 70 m, ya que en el año 2021, se necesitarán 128 operarios para cubrir la capacidad estimada, que implica 64 operarios por lado de la banda.

Las cintas transportadoras de recepción de material y compostaje tendrán el mismo ancho de banda y velocidad, ya que las capacidad de diseño es mayor a la capacidad de entrada, para facilitar el análisis. Las demás maquinarias deberán cumplir con las capacidades de la siguiente tabla:

tn/hora	Recepción	Clasificación	Compostaje	Maduración de pilas	Afino de compost
2012	23,6	23,2	11,8	11,8	8,3
2013	24,4	23,9	12,2	12,2	8,5
2014	25,2	24,7	12,6	12,6	8,8
2015	26,0	25,4	13,0	13,0	9,1
2016	26,8	26,3	13,4	13,4	9,4
2017	27,6	27,1	13,8	13,8	9,7
2018	28,5	27,9	14,3	14,3	10,0
2019	29,4	28,8	14,7	14,7	10,3
2020	30,3	29,7	15,2	15,2	10,6
2021	31,3	30,7	15,6	15,6	11,0

Tabla 7.5.2-2: Capacidades necesarias por hora.

7.5.2 Dimensionamiento Computúnel

Los computúneles son recintos paralelepípedos cerrados de 5 m de alto, 5 m de ancho y 30 m de largo. Se considera que se cargará con materia orgánica hasta una altura de 2,5 m.

$$Cap_{túnel} = \delta_{MO} \cdot l \cdot h \cdot a$$

Siendo δ la densidad de la materia orgánica, l el largo, h la altura de carga y a el ancho del túnel. La materia orgánica debe permanecer 7 días dentro del túnel para su óptima descomposición, un día para la carga y otro día para su descarga. Por lo tanto, conociendo el flujo de materiales semanal en la zona de compostaje, se puede hallar la cantidad de computúneles en cada año necesarios para tratar la materia orgánica.

	Recepción Compostaje (Tn/mes)	Computúneles
2012	5.671,7	3,2
2013	5.852,8	3,3
2014	6.039,3	3,5
2015	6.231,3	3,6
2016	6.429,2	3,7
2017	6.633,0	3,8
2018	6.842,9	3,9
2019	7.059,1	4,0
2020	7.281,8	4,2
2021	7.511,1	4,3

Tabla 7.5.2-1: Cantidad teórica necesaria computúneles por año

Por lo tanto, inicialmente, se instalarán 4 compostúneles y luego se agregará un quinto para cumplir con la demanda.

7.5.3 Área de Maduración

Para dimensionar el área de maduración, se considera que el compost se dejará para maduración en pilas con sección triangular de 3m de ancho y 2,7m de alto. Los ejes de las pilas se dispondrán paralelamente al eje de la planta. Adicionalmente, las pilas estarán separadas 3m. El área necesitada a destinar para la maduración del compost es función de la producción.

Se supuso que el galpón en planta será rectangular con dimensión de 80 m de largo. Para definir el ancho, se debe encontrar la cantidad de líneas de pilas necesarias en base a la producción semanal máxima y mínima:

$$N_{\max} = \frac{Prod_{\max} \cdot n_{semanas}}{Area_{sección} \cdot \delta_{compost} \cdot L} = \frac{1047 \frac{Tn}{sem} \cdot 2sem}{4,05m^2 \cdot 0,8 \frac{Tn}{m^3} \cdot 80} = 8,1$$

$$N_{\min} = \frac{Prod_{\min} \cdot n_{semanas}}{Area_{sección} \cdot \delta_{compost} \cdot L} = \frac{791 \frac{Tn}{sem} \cdot 2sem}{4,05m^2 \cdot 0,8 \frac{Tn}{m^3} \cdot 80} = 6,1$$

El ancho máximo y mínimo serán:

$$A_{\max} = (ancho_{pila} + ancho_{pasillo}) \cdot N_{\max} + ancho_{pasillo} = (3m + 3m) \cdot 8,1 + 3m = 52m$$

$$A_{\min} = (ancho_{pila} + ancho_{pasillo}) \cdot N_{\min} + ancho_{pasillo} = (3m + 3m) \cdot 6,1 + 3m = 40m$$

Como la diferencia entre el ancho máximo y el mínimo son 12 m, se establece que el recinto se construirá en el año 0 del proyecto con las dimensiones máximas, es decir, de 52m por 80m.

7.5.4 Área de afino de compost

Las cintas de afino de compost se utilizarán con una velocidad de 0,15 m/s con un ancho de banda de 1200mm. El proveedor de de la criba vibrante y de la mesa densimétrica dimensionara estos equipos en concordancia con los requisitos anteriores.

7.6 Producción

La producción estimada de compost al finalizar el proceso será:

Año	Producción (Tn/año)
2012	41.242
2013	42.557
2014	43.910
2015	45.304
2016	46.740
2017	48.220
2018	49.743
2019	51.312
2020	52.928
2021	54.593

Tabla 7.6-1: Producción de compost por año

7.7 Maquinaria propuesta

Puente grúa

Para la carga de la cinta transportadora de recepción, se usará un puente grúa rodante con garra pulpo AUSIO con un motor de 70 kW de potencia. Su carga máxima es de 8000 kg, superior a la necesaria en el proyecto.

Trommel con desgarrador de bolsas:

Se utilizará un trommel URBAR con desgarrador de bolsas de 30 kW de potencia.

Cintas transportadoras:

Se usarán cintas transportadoras URBAR, con ancho de banda de 1200 mm y potencia 7,5 kW.

Molino tipo Shredder.

Se utilizará un molino RIVERSIDE, utilizado para residuos domiciliarios, industriales, médicos y para reciclaje.



Figura 7.7-1: Molino de orgánicos Riverside.

Pala Mecánica

Para cargar y descargar el compostúnel, se necesitará una pala mecánica CARTERPILLAR 906 H con ruedas de goma para el transporte sobre la losa de hormigón. Su capacidad nominal es de 0,9 m³.



Figura 7.7-2: Pala mecánica Carterpillar 906 H.

Compotúnel

Los compostúneles son túneles cerrados de 30 m de longitud, 5 m de ancho y 5 de altura. La altura de carga será de 2,5 m. Al pertenecer a un ciclo cerrado, la estanqueidad es muy importante, por ello, se utilizan puertas estancas para evitar al entrada de aire indeseable. Para aumentar la actividad bacteriana y reducir el tiempo de tratamiento de la materia orgánica, el túnel, que es estanco y cerrado, tiene aspiración forzada mediante agujeros en el piso que provocan el flujo de aire por la materia orgánica. El aire aspirado y los gases emitidos son

enviados al biofiltros para su tratamiento y evitar emisiones de gases como CO₂ y CH₄.

Dentro del túnel, se controlan los siguientes parámetros²²:

- Temperatura de aire de entrada.
- Temperatura de aire de salida.
- Temperatura de los gases de salida.
- Nivel de O₂, CO₂, NH₃ en masa y conducciones de aire.

Estos parámetros son controlados mediante un PLC y también se regula la entrada de aire para mantener estos parámetros dentro del rango óptimo.

Biofiltro

Los biofiltros son elementos filtrantes que eliminan una amplia gama de gases mediante una combinación de mecanismos físicos, químicos y biológicos. El efecto físico de filtrado afecta fundamentalmente a las partículas en suspensión. Pero uno de los principales efectos es la utilización de los compuestos contaminantes de los gases de proceso por parte de los microorganismos. Por ello hay que mantener las condiciones ambientales óptimas para la vida y multiplicación de los microorganismos.²³

Volteadora de pilas

Se utilizará una máquina para voltear las pilas BACKHUS 17.55, maquina especial para voltear pilas.

²² Fuente: Metrocompost S.A.

²³ Fuente: Metrocompost S.A.



Figura 7.7-3: Volteadora de pilas Backhus.

7.8 Instalación Civil

La instalación civil a implementar incluye:

- Playa de Camiones
- Calles internas
- Portería con báscula
- Rampa de descarga
- Edificio de Clasificación
- Edificio administrativo
- Iluminación periférica
- Alambrado perimetral
- Galpón de maduración de compost

Los compostúneles en el costeo incluyen su obra civil ya que su estructura es de hormigón armado.

7.9 Mano de obra necesaria por turno

Las cintas transportadoras no operarán con comando local, se operarán desde un centro de control. Se calcula que se precisarán de dos técnicos que serán

los encargados de monitorear su correcto funcionamiento, como del mantenimiento preventivo de las mismas, por turno.

Para la cinta de clasificación, como antes se había dicho, la capacidad de recolección de los operarios es de 2 kg por minuto en promedio. Entonces, se necesitará:

	Otros	Vidrio	Papel y cartón	Plásticos	Total
2012	24	10	34	28	96
2013	25	11	35	29	100
2014	26	11	36	30	103
2015	26	11	37	31	105
2016	27	12	38	32	109
2017	28	12	40	33	113
2018	29	12	41	34	116
2019	30	13	42	35	120
2020	31	13	43	36	123
2021	32	14	45	37	128

Tabla 7.9-1: Mano de obra necesaria para la clasificación de basura por turno.

Adicionalmente, se necesitarán de 5 supervisores que estén a cargo de los operadores y de un jefe del área, para que organice el sector.

Habrá un encargado de cargar y descargar los computúneles y otro operador de la volteadora de pilas.

Habrá un jefe de planta y dos operadores remotos de las cintas transportadoras, uno por turno.

7.10 Equipamiento secundario

Contenedores abiertos:

Se precisarán 5 contenedores abiertos de 30 m³, los cuales 4 serán para el acopio de los materiales clasificados en la cinta de selección y otro para el rechazo en el tratamiento de afino de compost.

Equipos de ventilación:

Se necesitará de un equipo de ventilación centrífugo para el área de selección y otro para los computúneles. Los equipos de ventilación están unidos al biofiltro para el tratamiento del aire y evitar al emanación de olores a la atmósfera.

Instrumentación

Se necesitarán equipos que midan los parámetros a controlar en los túneles de compostaje.

7.11 Consumos de servicios

Se consumirá energía eléctrica y agua bruta para la humectación del compost y agua potable para las oficinas y empleados. Los consumos de agua quedan fuera del análisis debido a que no se encontró información. Los costos de agua potable no se considerarán en el análisis posterior.

No se considerará consumo de gas para la generación de energía independiente de la planta.

8 ESTUDIO ECONÓMICO

En este capítulo se estimarán las inversiones y costos de operación como así también los ingresos del proyecto.

8.1 Consideraciones generales

Para el estudio económico y financiero, se tomaron como supuestos los siguientes:

- El cambio entre el peso y el dólar es de 4,15 \$/USD.
- La inflación de Argentina es de 9% los años del proyecto. La tasa cambiaria se ajusta con la inflación.
- La inflación en Estados Unidos es de 2% los años del proyecto. La tasa cambiaria se ajusta con la inflación.

Los gastos de nacionalización de bienes de uso serán de un 6% de su costo FOB.

El costo de mantenimiento de la planta será un 3% de las inversiones iniciales.

Los costos de comercialización será un 5% del costo de producción de lo vendido.

Los ingresos generados por el proyecto provendrán de un subsidio del gobierno provincial, considerando que una bolsa de compost de 20 kg significará un ingreso de \$ 5, ajustando ese precio cada dos años con una tasa de ajuste del 5%. El compost se puede poner a la venta, pero el proyecto está enfocado en el desarrollo de la horticultura en la provincia y reforzar el plan forestal impulsado por el mismo gobierno provincial. Esto se puede llegar a dar debido a la estrecha relación entre el municipio y la provincia, tal como fue descripto en el capítulo primero.

Se considerarán los siguientes sueldos mensuales al 2011 para todos los trabajadores de la planta y se ajustarán anualmente con la inflación proyectada:

	Unidad	Costo
Operario Clasificación	(\$/mes/turno)	2.500
Supervisor Clasificación	(\$/mes/turno)	3.000
Operario Retroexcavadora	(\$/mes/turno)	3.500
Encargado cintas y mantenimiento preventivo	(\$/mes/turno)	8.000
Jefe de Planta	(\$/mes)	12.000
Encargado Computúnel	(\$/mes/turno)	8.000
Administración	(\$/mes)	20.000

Tabla 8.1-1: Sueldos mensuales de los trabajadores.

El costo de administración se ajustará con la inflación del año correspondiente.

Con respecto al activo de trabajo, se considerará que no habrá stock de bienes de cambio ya que una vez procesado el compost, se entregará a un ente que distribuya el producto a los habitantes.

La mercadería en curso tendrá valor 0 ya que el proceso de compostaje es un proceso de revalorización y los materiales ingresados a la planta no tienen valor comercial, más allá de los materiales reciclables, que tienen un valor mínimo.

8.2 Inversiones

Las inversiones estimadas en maquinaria al principio del proyecto serán:

Maquinaria	Cant.	Inversiones (USD)
Puente rodante con garra pulpo de 5 m ³	1	\$ 236.544,00
Alimentador primario con tolva	1	\$ 522.669,00
Tromel de pre-selección malla 400, de 2900x8000 mm	1	\$ 466.662,00
Estructura de apoyo tromel de pre-selección	1	\$ 80.675,00
Transportador salida de mesa densimétrica	1	\$ 32.235,00
Transportador salida inferior criba	1	\$ 25.767,00
Criba de malla elástica 1300x6000	1	\$ 168.000,00
Estructura montaje criba	1	\$ 39.900,00
Mesa densimétrica + ciclón + estructura	1	\$ 212.800,00
Transportador de criba a mesa densimétrica	1	\$ 33.964,00
Transportador de mesa densimétrica a contenedor	1	\$ 33.432,00
Transportador Clasificación	1	\$ 280.000,00
Contenedor abierto de 30 m ³	4	\$ 37.324,00
Transportador alimentación a criba	1	\$ 52.430,00
Alimentador de doble hélice	1	\$ 112.000,00
Separador magnético	2	\$ 78.534,40
Molino trituración compost	1	\$ 100.000,00
Pala Mecánica CAT	1	\$ 320.000,00
Transporte a obra	-	\$ 157.731,00
Montaje y puesta en marcha	-	\$ 369.320,00
Instalación eléctrica	-	\$ 308.000,00
Ingeniería	-	\$ 102.662,00
COMPOTÚNEL / Biofiltro / Tratamiento Aire pre-tratamiento	4	\$ 1.514.647,30
Máquina volteadora BACKHUS 17.55	1	\$ 420.000,00
TOTAL EQUIPAMIENTO		\$ 5.705.296,70
IVA Maquinaria Nacional		\$ 880.036,37
Gastos de Nacionalización		\$ 90.878,84
Inversión Total en Maquinaria		\$ 6.676.211,91

Tabla 8.2-1: Inversiones en maquinaria.

La inversión en maquinaria productiva se considera con un tiempo de amortización de 10 años mientras que la maquinaria rodante, la pala mecánica y la volteadora de pilas, tendrán una amortización de 5 años. En el Anexo 1 se muestran las amortizaciones calculadas.

La inversión en obra civil en el primer año del proyecto se estima en \$2.000.000 y se la manejará como un paquete completo.

Se estima que dicha obra civil tendrá un período de 10 años de amortización.

En el año 8 se realizará una inversión de un computúnel, con un costo de 378.661 USD.

8.3 Costos de Mano de obra

Con respecto a los costos de mano de obra, el sector de clasificación de los residuos tiene el mayor porcentaje (entre 88% y 92%, dependiendo del año y la necesidad de operarios) de participación del costo de mano de obra de la planta debido a la cantidad de operarios necesarios para separar la misma y los supervisores.

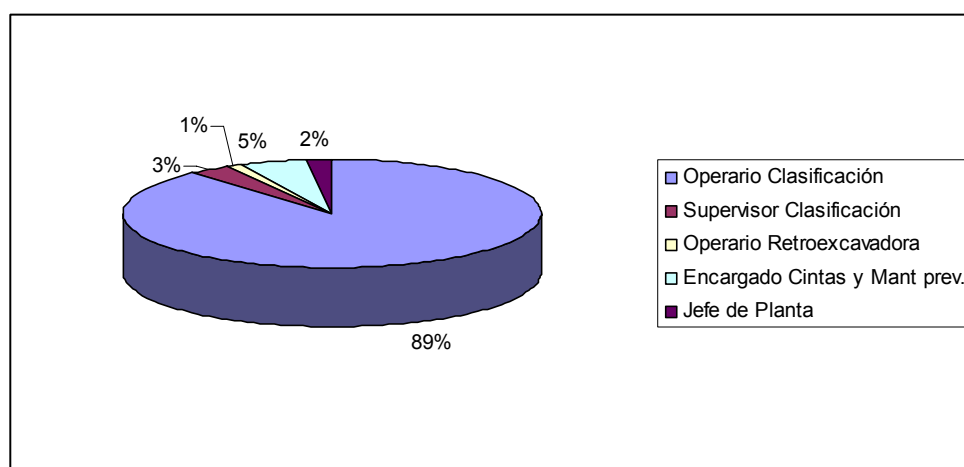


Figura 8.3-1: Composición del costo de mano de obra en el año 5.

8.4 Costos de producción

Con respecto a los costos de producción de operación de la planta, será la suma de la mano de obra, los gastos generales de fabricación (incluyendo a las amortizaciones) y la materia prima. Dado que la materia prima no tiene costo ya que se trata de basura. El costo que trae aparejado es la recolección y el transporte, pero al situar la planta donde actualmente está situado el basurero, trae incrementos en el costo de realizar ese proceso. Por lo tanto, El costo de

producción será el gasto de producción menos el gasto de puesta en marcha de la planta prorrateado en los 10 años de estudio del proyecto.

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Operario Clasificación	523.200	594.050	666.940	741.080	838.550	947.562	1.060.263	1.195.538	1.335.714	1.515.113
Supervisor Clasificación	30.600	31.212	31.836	32.473	33.122	33.785	34.461	42.180	43.023	43.884
Operario Retroexcavadora	7.630	8.317	9.065	9.881	10.770	11.740	12.796	13.948	15.203	16.572
Encargado Cintas y Mant prev.	34.880	38.019	41.441	45.171	49.236	53.667	58.497	63.762	69.501	75.756
Jefe de Planta	13.080	14.257	15.540	16.939	18.463	20.125	21.936	23.911	26.063	28.408
Encargado Computonel	24.480	24.970	25.469	25.978	26.498	27.028	27.568	28.120	28.682	29.256
Total Salarios	633.870	710.825	790.292	871.522	976.640	1.093.906	1.215.522	1.367.458	1.518.186	1.708.988
Cargas Sociales	183.822	206.139	229.185	252.741	283.226	317.233	352.501	396.563	440.274	495.607
Total Costos MOD (en \$)	817.692	916.964	1.019.476	1.124.264	1.259.866	1.411.139	1.568.023	1.764.021	1.958.461	2.204.594
Total Costos MOD (en USD)	193.171	212.375	231.488	250.276	274.964	301.940	328.930	362.789	394.880	435.792
Gastos Generales de Fabricación										
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Amortizaciones	903.201	903.201	903.201	903.201	903.201	746.321	746.321	822.054	822.054	822.054
Energía	113.990	121.813	130.173	139.107	148.653	158.855	169.757	181.406	193.856	207.160
Mantenimiento	171.159	171.159	171.159	171.159	171.159	171.159	171.159	171.159	171.159	171.159
Total GGF (en USD)	1.188.351	1.196.174	1.204.533	1.213.467	1.223.013	1.076.335	1.087.237	1.174.619	1.187.069	1.200.373
Materia Prima	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
- Gastos de puesta en marcha e ingeniería	93.771	93.771	93.771	93.771	93.771	93.771	93.771	93.771	93.771	93.771
- Imprevistos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Costo Total de Producción	1.287.750	1.314.778	1.342.250	1.369.972	1.404.206	1.284.504	1.322.395	1.443.637	1.488.177	1.542.393

Tabla 8.4-1: Costo de producción anual proyectado

8.5 Tratamiento del activo de trabajo

Como se comentó antes, no habrá stock de elaborados y mercadería en curso se considerará con valor nulo. Por lo tanto el activo de trabajo estará compuesto por las disponibilidades mínimas, los créditos por ventas y el stock de repuestos para la maquinaria.

Las disponibilidades mínimas serán el 10% de la suma de los costos de producción y las ventas anuales.

Los pagos de las ventas se realizarán a 30 días de entregar el compost.

El stock de repuestos se considerará como el 1% de la inversión en maquinaria en el primer año.

Activo de Trabajo										
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Disponibilidad Mínima	19.317	21.366	23.289	25.181	27.663	30.376	33.091	36.495	39.724	43.836
Creditos por Ventas	207.040	207.040	219.921	233.590	248.095	263.487	279.820	297.151	315.541	0
Bienes de Cambio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total Activo de Trabajo	226.357	228.407	243.210	258.771	275.759	293.863	312.912	333.646	355.264	43.836
Δ Activo de Trabajo	226.357	2.049	14.804	15.560	16.988	18.105	19.048	20.735	21.618	-311.428

Tabla 8.5-1: Activo de trabajo proyectado.

Como se puede observar, los créditos por ventas son el 90% del activo de trabajo del proyecto, al no tener stocks de bienes de cambio, materia prima y materiales semielaborados. Las disponibilidades mínimas se destinan a gastos varios para poder operar a diario.

8.6 Financiamiento

Como inversión inicial, se estimó que deberá ser de 8.247.614 dólares más el IVA correspondiente que es de 1.300.036 dólares. De esa inversión, se consideró que el 60% sería pagado con capital del municipio y que por el 40% restante se pediría un crédito a 10 años con tasa de interés del 10%. Se supone que el Banco Nación le entrega a la municipalidad este préstamo con tasa preferencial y sin ajustes debido a los fines del proyecto.

El sistema de préstamo empleado será el alemán, donde las cuotas son de manera escalonada, la amortización es constante y los intereses son sobre el saldo. El préstamo será de 3.819.060 USD, amortización de 381.906 USD/año iniciando el pago el año 2012 y con fin el 2021.

En el año 2018, se debe hacer un nuevo comptúnel, siendo una inversión deberá ser de 378.662 USD. El préstamo deberá pagarse en 3 años, a iniciarse el pago en el 2019 y finalizarse en el 2021, con el sistema alemán de pago. Se consideró una tasa de interés del 10% con una amortización de 126.221 USD/año.

En el Anexo 2 se encuentra el detalle del pago de los préstamos realizados.

En el caso de existir caja negativa, se deberá pedir un préstamo anual para cubrir el bache provocado. En este estudio no se da ese caso.

8.7 Estado de Resultados

El estado de resultados resume los ingresos y egresos en el período de estudio del proyecto, demostrando los resultados económicos del proceso de generación de valor.

Dentro del rubro ventas, se consideró que la producción de compost de cada año será entregada para su distribución y a cambio se recibirán 5 \$ por bolsa de 20 kg de compost.

En otros ingresos, como el proyecto tiene una vida útil superior a los 10 años de estudio, se consideró como valor de recupero la mitad de la inversión en bienes de uso en el año 0.

El costo de producción de lo vendido es igual al costo de producción ya que se considera que se trabajará con stock igual a cero y al considerarse con valor 0 a la mercadería en curso y semielaborada, como fue explicado antes.

Los costos de comercialización y de administración fueron calculados siguiendo las premisas establecidas en el primer ítem del actual capítulo.

El costo financiero representa la suma de los intereses devengados en cada año.

El impuesto a las ganancias se calculó como el 35% del resultado operativo.

Estudio del tratamiento industrial de Residuos Orgánicos Urbanos en la ciudad de San Luis

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Ventas	2.484.484	2.639.053	2.803.081	2.977.144	3.161.850	3.357.846	3.565.817	3.786.488	4.020.632	4.269.066
Otros Ingresos										4.123.807
Gasto de producción	1.287.750	1.314.778	1.342.250	1.369.972	1.404.206	1.284.504	1.322.395	1.443.637	1.488.177	1.542.393
(+) Δ Mercadería en Curso y Semielaborada	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(-) Δ Stock de Elaborados	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Costo de Producción de lo Vendido	1.287.750	1.314.778	1.342.250	1.369.972	1.404.206	1.284.504	1.322.395	1.443.637	1.488.177	1.542.393
Costo de Comercialización	64.388	65.739	67.113	68.499	70.210	64.225	66.120	72.182	74.409	77.120
Costo de Administración	61.800	67.362	73.425	80.033	87.236	95.087	103.645	112.973	123.141	134.223
Costo Financiero	381.906	343.715	305.525	267.334	229.144	190.953	152.762	152.438	101.625	50.813
Costo Total de lo Vendido	1.795.844	1.791.594	1.788.312	1.785.838	1.790.796	1.634.769	1.644.923	1.781.230	1.787.352	1.804.548
Resultado Operativo	688.640	847.459	1.014.769	1.191.306	1.371.054	1.723.077	1.920.894	2.005.259	2.233.280	6.588.324
Impuesto a las Ganancias	241.024	296.610	355.169	416.957	479.869	603.077	672.313	701.841	781.648	2.305.914
Resultado Neto	447.616	550.848	659.600	774.349	891.185	1.120.000	1.248.581	1.303.418	1.451.632	4.282.411
Utilidad Porcentual	18,02%	20,87%	23,53%	26,01%	28,19%	33,35%	35,02%	34,42%	36,10%	100,31%

Tabla 8.7-1: Cuadro de resultados proyectado.

Como se puede ver, con este esquema de endeudamiento alemán que está planteado en el proyecto, la utilidad porcentual, resultado neto sobre ventas, crece entre el 18% y el 38%. Este índice da la pauta del porcentaje de ganancia por unidad vendida. Esto ocurre debido a que los intereses a pagar cada año dependen del saldo de la deuda del año anterior al pago.

9 ESTUDIO FINANCIERO

El propósito del estudio financiero es evaluar la conveniencia de la ejecución del proyecto mediante el método del flujo de fondos y descontándolo a una tasa de retorno.

Para realizar el flujo de fondos y el balance proyectado, es necesario realizar el flujo de caja. Se realizó el cuadro de fuentes y usos para encontrar el mismo.

9.1 IVA

Las inversiones en activo fijo se realizarán con IVA mientras que las ventas serán sin IVA. Las ventas serán sin IVA debido a que se harán transacciones internas con el gobierno provincial

Entonces, durante el transcurso del proyecto, se tendrá saldo a favor de este ítem. Con la compra de un nuevo computúnel en el año 7 del proyecto, el valor de dicha cuenta se incrementará de 1.300.036 a 1.379.555 dólares.

9.2 Cuadro de Fuentes y Usos

Se confeccionó el cuadro de Fuentes y Usos para obtener el flujo de disponibilidades del proyecto, incluyendo la financiación del mismo. Se utiliza este análisis para percibir de donde provienen las variaciones de caja que modifican el patrimonio del proyecto. El detalle del análisis se encuentra en el Anexo 3. Como es de preverse, el mayor origen de fondos son las ventas y las amortizaciones devengadas. La mayor aplicación de fondos es el costo de producción, que varía entre el 48 y 52%, en los años que no se adquieren o se venden activos.

9.3 Flujo de Fondos proyectado, VAN y TIR

Este estudio tiene como finalidad medir la rentabilidad del proyecto. En este estudio, no se consideran los flujos de caja correspondientes a la financiación ya que se estudia la rentabilidad del proyecto y no del conjunto del proyecto e inversor.

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Ingresos											
Utilidad Antes de Impuestos	0	688.640	847.459	1.014.769	1.191.306	1.371.054	1.723.077	1.920.894	2.005.259	2.233.280	6.588.324
Recupero Crédito Fiscal	0	903.201	903.201	903.201	903.201	903.201	746.321	746.321	822.054	822.054	822.054
Amortizaciones	0	1.591.841	1.750.660	1.917.970	2.094.508	2.274.256	2.469.398	2.667.216	2.827.312	3.055.334	7.410.376
Total Ingresos	0	1.591.841	1.750.660	1.917.970	2.094.508	2.274.256	2.469.398	2.667.216	2.827.312	3.055.334	7.410.376
Egresos											
Inversión en Activo Fijo	8.247.614	0	0	0	0	0	0	378.662	0	0	-4.123.807
Δ Activo de Trabajo	1.300.036	226.357	8.100	15.348	16.154	17.635	18.810	19.817	21.573	22.531	-310.433
IVA Inversión	0	0	0	0	0	0	0	79.519	0	0	0
IG / Impuesto Activos	0	241.024	296.610	355.169	416.957	479.869	603.077	672.313	701.841	781.648	2.305.914
Honorarios al directorio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total Egresos	9.547.651	467.381	304.711	370.517	433.111	497.504	621.887	1.150.311	723.413	804.179	-2.128.327
Flujo de Fondos Neto	-9.547.651	1.124.460	1.445.949	1.547.453	1.661.396	1.776.752	1.847.511	1.516.905	2.103.899	2.251.155	9.538.705
Flujo de Fondos Acumulado	-9.547.651	-8.423.191	-6.977.242	-5.429.789	-3.768.393	-1.991.641	-144.130	1.372.775	3.476.674	5.727.829	15.266.534

Tabla 9.3-1: Flujo de Fondos del proyecto

El VAN se obtiene como la suma entre el flujo de fondos actualizado del proyecto en sus años de operación y la inversión inicial par que ésta pueda ser llevado a cabo. En este análisis, el año cero es tomado como referencia y los flujos de caja han sido descontados a una tasa del 16,5%. La tasa de descuento se ha obtenido mediante la WACC, que es el costo ponderado de Capital y contiene la estructura de endeudamiento del proyecto. El cálculo de la tasa de descuento WACC puede observarse en el Anexo 5.

El valor de VAN al que se obtuvo es de -316.269 USD. En un proyecto convencional, el mismo debería ser rechazado ya que no cumple con el requisito fundamental que indica que el VAN debe ser positivo. En este caso, como se debe cumplir con una obligación a la ciudadanía, correspondiente al artículo N°41 de la Constitución Nacional Argentina, y siendo a un valor cercano a cero, se toma como válido al proyecto. Este resultado del VAN, nos dice que teniendo los ingresos y egresos como fueron planteados, el proyecto dará una pérdida de 316 mil dólares aproximadamente, traído a este año, con tasa de descuento del 16,5%. Además, la instalación de la planta de compostaje representa una fuente importante de trabajo sustentable, siendo éste un objetivo principal de cualquier gobierno.

Se llegó a una tasa interna de retorno (TIR) del 15,9%, siendo ésta la tasa máxima que un inversionista pueda pagar y no pierda dinero. Este una tasa de descuento alta para que un inversionista pueda pagar sin perder dinero.

9.4 Período de Repago simple

En el año número 7 del proyecto el flujo de caja empieza a ser positivo, en el momento que la inversión es recuperada. Esto demuestra que el retorno de la inversión es lento debido a la alta inversión que se debe hacer para poder ejecutar el proyecto en el inicio del proyecto. En conclusión, el período de repago del proyecto es igual a 7. Este método no considera el valor tiempo del dinero.

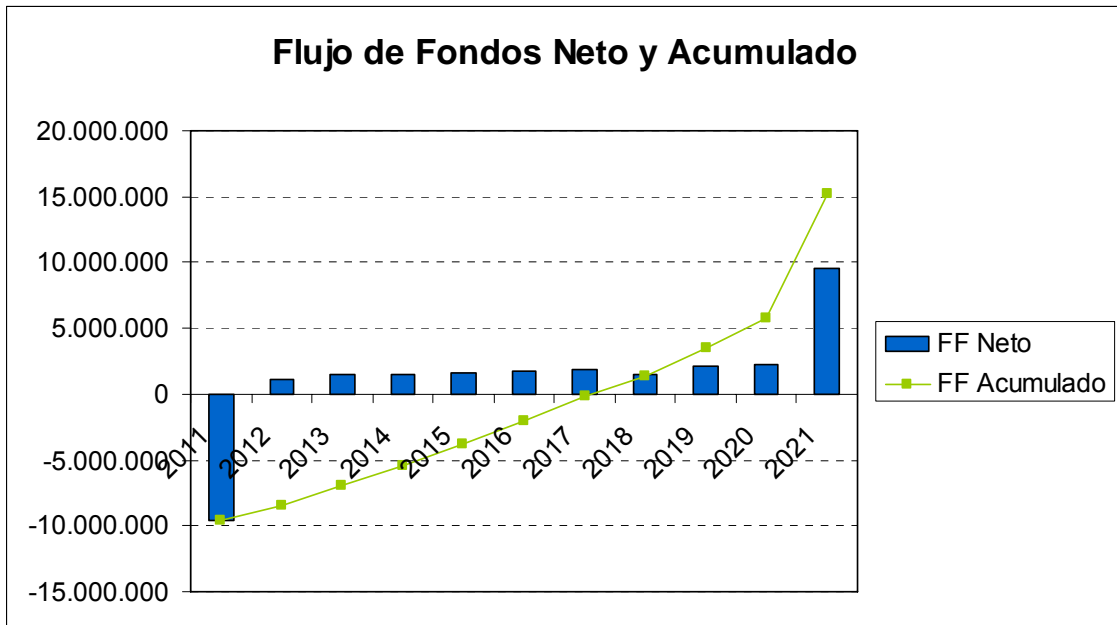


Figura 9.4-1: Flujo de Fondos neto y período de repago.

Como se puede observar, el flujo de fondos acumulado en el año 10 del proyecto es cercano a los 15 millones de dólares. Su causa principal, además de las ganancias por ventas, es la venta de los bienes de uso, como demostración de que el proyecto tiene una vida útil superior a la de diez años.

Este método es complementario al del VAN y sirve para tomar decisiones de ejecutar o no el proyecto.

10 IMPACTO AMBIENTAL Y SOCIAL

La implementación de la planta de tratamiento de materia orgánica tiene implícita la ejecución de los principios ambientales de reciclado, reutilización y reducción, más conocido como las '3 Rs'.

Mediante la disposición de la basura en rellenos sanitarios existe probabilidad de contaminar las napas subterráneas al filtrarse los lixiviados provenientes de los rellenos sanitarios, en el caso de un aislamiento pobre. También el proyecto ayuda a reducir las emisiones de gases invernaderos al controlar la descomposición de la materia orgánica, al tratar los gases mediante el biofiltro. También al implementar un tratamiento a la basura reducirá la contaminación visual que representa la acumulación de basura en un basural a cielo abierto.

El uso del compost como fertilizante en lugar de usar fertilizantes tradicionales inorgánicos previene la desertificación de campos y el abuso de los minerales de los suelos.

Con respecto al impacto social, el proyecto otorgará fuentes de trabajo digno a los habitantes de la ciudad y mediante la propaganda ayudará a los habitantes a tener más conciencia en el cuidado del medio ambiente. Por otro lado, al fomentar la horticultura y tratamiento del suelo generará superávit económico para los habitantes.

El hecho de que los olores sean tratados, hace que las zonas aledañas al actual basurero puedan ser habitadas de una manera decente y que la calidad de vida de los vecinos sea superior. Adicionalmente, se evitarán enfermedades que son transmitidas por moscas, roedores y dengue, como también enfermedades respiratorias y el riesgo de consumo de agua contaminada.

11 PROBLEMAS ABIERTOS

Queda pendiente en el análisis como complemento al proyecto el uso de la basura como fuente de energía, como la generación de biogas o la incineración sustentable de la basura para abastecer a la red eléctrica, para su autosustentación e inyección de energía a la red pública.

Una estrategia de marketing en conjunto entre el gobierno municipal y provincial para el fomento de actividades relacionadas al suelo como la horticultura.

El estudio de bonos de carbono del mediante a la reducción del emisiones de gases de efecto invernadero necesita profundizarse para un análisis posterior.

La implementación de la disposición selectiva de residuos aumentaría las ganancias al proyecto. La reutilización y reciclaje de los recursos sería más efectiva y menos costosa.

12 CONCLUSIONES

El problema de la basura está establecido a nivel mundial. En los países desarrollados han diseñado tecnologías sustentables que ayudan a reducir el impacto ambiental provocado por el consumismo.

La Argentina no está exenta a esta problemática, su principal diferencia es que al tener un vasto territorio deshabitado debido su demografía, es un problema que se pospone alejando los basurales de las ciudades.

El proyecto propone una alternativa sustentable que ayuda a minimizar este problema generando trabajo e ingresos, pero es necesaria la predisposición de los gobernantes a querer invertir tiempo y dinero en este problema que es fácilmente diferible. El análisis demostró que con la ayuda del gobierno y un buen estudio de mercado, existen alternativas de desarrollo económico con los desperdicios.

Es responsabilidad del gobierno educar y concientizar a la población en temas que respectan al medio ambiente y a su cuidado. También es responsabilidad de los habitantes en comprometerse con los proyectos para respetar el medio ambiente.

13 ANEXO I

Amortizaciones anuales de activo fijo:

	2012	2013	2014	2015	2016
Importado	\$ 526.321	\$ 526.321	\$ 526.321	\$ 526.321	\$ 526.321
Equipos Auxiliares	\$ 156.880	\$ 156.880	\$ 156.880	\$ 156.880	\$ 156.880
Total	\$ 903.201	\$ 903.201	\$ 903.201	\$ 903.201	\$ 903.201

	2017	2018	2019	2020	2021
Importado	\$ 526.321	\$ 526.321	\$ 564.188	\$ 564.188	\$ 564.188
Equipos Auxiliares	-	-	-	-	-
Total	\$ 746.321	\$ 746.321	\$ 822.054	\$ 822.054	\$ 822.054

Tabla 13-1: Amortizaciones por año

14 ANEXO II

Deuda para compra de activo fijo inicial:

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Deuda	3.819.060	3.437.154	3.055.248	2.673.342	2.291.436	1.909.530	1.527.624	1.145.718	763.812	381.906	0
Amortización		381.906	381.906	381.906	381.906	381.906	381.906	381.906	381.906	381.906	381.906
Intereses		381.906	343.715	305.525	267.334	229.144	190.953	152.762	114.572	76.381	38.191
Cuota		763.812	725.621	687.431	649.240	611.050	572.859	534.668	496.478	458.287	420.097

Tabla 14-1: Esquema de pago de deuda de compra de activo fijo inicial.

Deuda compra computúnel:

	2018	2019	2020	2021
Deuda	378.662	252.441	126.221	0
Amortización		126.221	126.221	126.221
Intereses		37.866	25.244	12.622
Cuota		164.087	151.465	138.843

Tabla 14-2: Esquema de pago de deuda de compra del quinto computúnel.

15 ANEXO III: Cudro de Fuentes y Usos

Fuentes

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Ventas	0	2.484.484	2.639.053	2.803.081	2.977.144	3.161.850	3.357.846	3.565.817	3.786.488	4.020.632	4.269.066
Amortizaciones		903.201	903.201	903.201	903.201	903.201	746.321	746.321	822.054	822.054	822.054
Deuda Bancaria	3.819.060	0	0	0	0	0	0	378.662	0	0	0
Aportes de Capital	5.728.591	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total Fuentes	9.547.651	3.387.686	3.542.254	3.706.282	3.880.345	4.065.051	4.104.167	4.690.800	4.608.542	4.842.686	5.091.119

Usos

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Bienes de Uso	8.247.614	0	0	0	0	0	0	378.662	0	0	-4.123.807
Costo de Producción	0	1.287.750	1.314.778	1.342.250	1.369.972	1.404.206	1.284.504	1.322.395	1.443.637	1.488.177	1.542.393
Costo Administrativo	0	61.800	67.362	73.425	80.033	87.236	95.087	103.645	112.973	123.141	134.223
Costo Comercialización	0	64.388	65.739	67.113	68.499	70.210	64.225	66.120	72.182	74.409	77.120
Costo Financiero	0	381.906	343.715	305.525	267.334	229.144	190.953	152.762	152.438	101.625	50.813
IVA	1.300.036	0	0	0	0	0	0	79.519	0	0	0
Δ Activo de Trabajo	0	226.357	8.100	15.348	16.154	17.635	18.810	19.817	21.573	22.531	-310.433
IGA	0	241.024	296.610	355.169	416.957	479.869	603.077	672.313	701.841	781.648	2.305.914
Cancelacion de deudas	0	381.906	381.906	381.906	381.906	381.906	381.906	381.906	508.127	508.127	508.127
Total Usos	9.547.651	2.645.132	2.478.211	2.540.735	2.600.855	2.670.205	2.638.562	3.177.139	3.012.770	3.099.658	184.349

Fuentes - Usos	0	742.554	1.064.043	1.165.547	1.279.490	1.394.846	1.465.605	1.513.661	1.595.773	1.743.028	4.906.771
-----------------------	----------	----------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------

Saldo Acumulado	0	742.554	1.806.597	2.972.144	4.251.634	5.646.480	7.112.085	8.625.746	10.221.518	11.964.546	16.871.317
------------------------	----------	----------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	-------------------	-------------------	-------------------

Tabla 15-1: Cuadro de Fuentes y Usos

16 ANEXO IV: Balance Proyectado

Activo

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Caja	0	761.871	1.834.015	3.002.029	4.284.004	5.681.980	7.151.003	8.668.147	10.268.162	12.015.332	16.927.210
Créditos por Ventas	0	207.040	207.040	219.921	233.590	248.095	263.487	279.820	297.151	315.541	0
Crédito Fiscal IVA / Imp Act	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bienes de Cambio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total Activo Corr	0	968.911	2.041.055	3.221.950	4.517.594	5.930.075	7.414.490	8.947.968	10.565.313	12.330.872	16.927.210
Crédito por Ventas		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Crédito Fiscal IVA	1.300.036	1.300.036	1.300.036	1.300.036	1.300.036	1.300.036	1.300.036	1.379.555	1.379.555	1.379.555	1.379.555
Bienes de Uso	8.247.614	8.247.614	8.247.614	8.247.614	8.247.614	8.247.614	8.247.614	8.626.276	8.626.276	8.626.276	8.626.276
Amortizaciones Acum	0	903.201	1.806.403	2.709.604	3.612.806	4.516.007	5.262.329	6.008.650	6.830.704	7.652.758	8.474.812
Cargos Diferidos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total Activos No Corr	9.547.651	8.644.449	7.741.248	6.838.047	5.934.845	5.031.644	4.285.322	3.997.182	3.175.128	2.353.074	1.531.020
Total Activos	9.547.651	9.613.361	9.782.303	10.059.996	10.452.439	10.961.719	11.699.812	12.945.149	13.740.441	14.683.946	18.458.230

Pasivo

Deudas Comerciales	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Deudas Bancarias	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Otras Deudas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total Pasivo Corr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Deudas Comerciales		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Deudas Bancarias	3.819.060	3.437.154	3.055.248	2.673.342	2.291.436	1.909.530	1.527.624	1.524.380	1.016.253	508.127	0
Previsiones		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Otras Deudas		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total Pasivo No Corr	3.819.060	3.437.154	3.055.248	2.673.342	2.291.436	1.909.530	1.527.624	1.524.380	1.016.253	508.127	0

Estudio del tratamiento industrial de Residuos Orgánicos Urbanos en la ciudad de San Luis

Total Pasivo	3.819.060	3.437.154	3.055.248	2.673.342	2.291.436	1.909.530	1.527.624	1.524.380	1.016.253	508.127	0
Patrimonio Neto											
Capital	5.728.591	5.728.591	5.728.591	5.728.591	5.728.591	5.728.591	5.728.591	5.728.591	5.728.591	5.728.591	5.728.591
Utilidad Neta del Ejercicio	0	447.616	550.848	659.600	774.349	891.185	1.120.000	1.248.581	1.303.418	1.451.632	4.282.411
Utilidad Acumulada	0	447.616	998.464	1.658.064	2.432.413	3.323.598	4.443.598	5.692.179	6.995.597	8.447.229	12.729.640
Total PN	5.728.591	6.176.207	6.727.055	7.386.654	8.161.003	9.052.188	10.172.188	11.420.769	12.724.187	14.175.820	18.458.230
A - (P + PN)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 16-1: Balance proyectado

17 Anexo V: Cálculo de WACC

Beta

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Pasivo	3.819.060	3.437.154	3.055.248	2.673.342	2.291.436	1.909.530	1.527.624	1.524.380	1.016.253	508.127	0
Patrimonio Neto	5.728.591	6.176.207	6.727.055	7.386.654	8.161.003	9.052.188	10.172.188	11.420.769	12.724.187	14.175.820	18.458.230
Beta unlevered	0,4837	0,4837	0,4837	0,4837	0,4837	0,4837	0,4837	0,4837	0,4837	0,4837	0,4837
Beta levered	0,6933	0,6587	0,6265	0,5975	0,5720	0,5500	0,5309	0,5257	0,5088	0,4950	0,4837

Ke

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Beta Apalancado	0,6933	0,6587	0,6265	0,5975	0,5720	0,5500	0,5309	0,5257	0,5088	0,4950	0,4837
Pm (prima del mercado)	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%
Rf (risk free)	6,50%	6,50%	6,50%	6,50%	6,50%	6,50%	6,50%	6,50%	6,50%	6,50%	6,50%
Rp (riesgo país)	7%	7%	7%	7%	7%	7%	7%	7%	7%	7%	7%
Ke	19,19%	18,91%	18,65%	18,42%	18,22%	18,04%	17,89%	17,85%	17,71%	17,60%	17,51%

$$WACC = Ke * E / (D + E) + Kd * D / (D + E)$$

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Ke	19,19%	18,91%	18,65%	18,42%	18,22%	18,04%	17,89%	17,85%	17,71%	17,60%	17,51%
Kd	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%
WACC	15,51%	15,72%	15,95%	16,18%	16,41%	16,64%	16,86%	16,92%	17,14%	17,34%	17,51%

Empresa	Beta Levered	P/E	Beta unlevered	Promedio WACC:
Waste Management Inc.	0,54	0,1790	0,4837	16,56%
Waste Services Inc	0,96	0,5903	0,6938	

Beta

Tabla 17-1: Cálculo de tasa de descuento WACC