TESIS DE GRADO

EN INGENIERIA INDUSTRIAL

CENTROS DE RECONVERSION DE RESIDUOS EN LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES

AUTOR: LUCILA CORREA LUNA

DIRECTOR DE TESIS: ING. FELIX T. JONAS

2007

RESUMEN EJECUTIVO

La problemática planteada es que dado que el incremento en los niveles de generación de residuos y la falta de un lugar apropiado para su disposición final es una gran preocupación actual, se busca encontrar la manera de solucionar esta situación.

Se realiza un análisis de generación de residuos en la provincia y proyecciones. Se divide a la provincia en 23 zonas y se ubica una planta por cada una, a excepción de la zona que abarca Capital Federal y alrededores. Los procesos a realizar en las mimas son, como primer medida, la separación de los residuos, luego el proceso de Compost, de una duración de 45 días, y por ultimo la Lombricultura.

Con la realización del proyecto se disminuye la cantidad de residuos depositados en el relleno sanitario, y se modifica la calidad de los mismos, disminuyendo las desventajas que genera el uso de los rellenos, empleando mano de obra no calificada con el propósito de mejorar la situación laboral de la gente de escasos recursos.

DESCRIPTOR BIBLIOGRAFICO

Se analizan los valores de generación de residuos en la provincia y se encuentra un modelo matemático para su proyección futura. Luego se plantea la etapa de separación de residuos. Por ultimo se describen los procesos necesarios para la elaboración de fertilizantes naturales a partir del compost y la lombricultura.

RESUMEN

El proyecto final de Ingeniería Industrial desarrollado es el aprovechamiento de los residuos urbanos, más específicamente los residuos orgánicos. Estos residuos son aquellos provenientes de restos de comida, hojas, pasto y todo aquel material biodegradable, que tienen la principal característica de poder desintegrarse rápidamente, trasformándose en otro tipo de materia orgánica.

Existe una creciente preocupación mundial por el aumento en la generación de los residuos y la falta de lugar para su disposición final. El método más empleado es el relleno sanitario, el cual no tiene en cuenta las comunidades vecinas, contaminando el suelo, las napas subterráneas y el aire. Cuando los residuos orgánicos son enterrados en el relleno sanitario, son atacados por bacterias y microorganismos que descomponen la materia orgánica produciendo líquidos lixiviados que penetran en el suelo y contaminan las aguas subterráneas. La materia orgánica en descomposición produce también el gas metano, que favorece al efecto invernadero.

Hay distintos métodos para reciclar la materia orgánica, el Compost es uno de ellos. Es un método fácil de realizar y su producto puede ser utilizado como fertilizante de jardín. Otro método es la lombricultura, en donde se utilizan lombrices rojas californianas para la creación de humus a partir de residuos orgánicos.

En este proyecto se plantea la reutilización de los residuos orgánicos, disminuyendo el volumen de residuos vertidos en los rellenos sanitarios, trabajando con mano de obra no calificada capaz de separar los residuos y capacitarlos para la realización de los procesos, con inversiones en maquinarias destinadas para tal fin, que permiten el mayor empleo de mano de obra.

ABSTRACT

The final project of Industrial Engineering developed is the use of the urban waste, more specifically the organic type. These type of waste is originated from rest of food, leaves, grass and biodegradable material, and has the main characteristic of being able to disintegrate itself quickly, transforming itself in another type of organic matter.

An increasing world-wide preoccupation is the raise in the generation of garbage and the lack of existence of a place for its final disposition. The most used method is the sanitary landfill, which does not consider the neighbouring communities, contaminating the ground, underground water and the air. When the organic wastes are buried in the sanitary filling, bacteria and micro organisms decompose the organic, producing leached that penetrate the ground, polluting underground waters. The organic matter in decomposition also produces the methane gas, which favours the greenhouse effect.

There are different methods to recycle the organic waste, Compost is one of them. It is a method easy to perform and its product can be used as garden fertilizer. Another method is the Worm-breeding, where Californian red worms are used for the creation of worm humus from organic waste.

The reusability of the organic waste diminishes the volume of waste spilled in the sanitary landfills, working with manual labour, which separate the remainders and also are taught the different processes, with investments in machineries destined for such aim, which allow the greater use of manual labour.

DEDICATORIA

Le agradezco a mi familia, especialmente a mis padres por el apoyo.

A mi tutor por la ayuda y la paciencia.

TABLA DE CONTENIDOS

RESUMEN EJECUTIVO 3

DESCRIPTOR BIBLIOGRAFICO 5

RESUMEN 7

ABSTRACT 9

DEDICATORIA 11

TABLA DE CONTENIDOS 13

1. BUENOS AIRES Y CAPITAL FEDERAL 17

2. HISTORIA DE LOS RESIDUOS EN LA PROVINCIA 23

3. TIPOS DE RESIDUOS 27

4. GENERACIÓN 29

4.1. CIUDAD AUTÓNOMA DE BUENOS AIRES 29

4.2. GRAN BUENOS AIRES 33

4.3. PROVINCIA DE BUENOS AIRES 35

4.3.1 SEGÚN CLASE ABC 37

4.3.1.1. CLASE A 37

4.3.1.2. CLASE B 39

4.3.1.3. CLASE C 39

4.3.1.4. CONCLUSIÓN 40

5. ESTIMACIÓN 43

5.1. CIUDAD AUTÓNOMA DE BUENOS AIRES 43

5.2. GRAN BUENOS AIRES 48

5.3. PROVINCIA DE BUENOS AIRES 50

5.4. GENERACION TOTAL 50

5.5. PROYECCION DE LA GENERACION TOTAL DE RESIDUOS EN LA PROVINCIA Y CAPITAL FEDERAL 51

6. RECOLECCIÓN EN LA CBA 53

7. PLANTAS 57

7.1. COOPERATIVAS DE LA CIUDAD DE BUENOS AIRES 57

7.2. PLANTAS DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES 57

7.3. PLANTAS DEL MUNDO 60

8. COMPOST 63

8.1. CARACTERISTICAS GENERALES 63

8.2. PROPIEDADES 64

8.3. COMPOSICIÒN 65

8.4. TIPOS DE COMPOST 65

9. LOMBRICULTURA 67

9.1. EL PROCESO 68

10. TRANSPORTE DE RESIDUOS 71

11. UBICACIÒN DE LAS PLANTAS 73

11.1. ZONA X 79

12. GENERACION POR ZONA 81

12.1. GENERACION DE RESIDUOS ORGANICOS 81

12.2. GENERACIÓN DE OTROS RESIDUOS 81

13. CANTIDAD DE OPERARIOS POR ZONA POR TURNO 85

13.1. OPERARIOS PARA RESIDUOS ORGÁNICOS 86

13.2. OPERARIOS TOTALES PLANTA SEPARACIÓN 87

13.3. OPERARIOS COMPOST Y LOMBRICULTURA 88

13.4. PERSONAL ADMINISTRATIVO 89

14. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO INDUSTRIAL 91

14.1. PLANTA DE CLASIFICACION 92

14.1.1. TOLVA DE RECEPCION 92

14.1.2. CINTA DE ELEVACIÓN 94

14.1.3. DESGARRADORA DE BOLSAS 96

14.1.4. CINTA DE CLASIFICACION 98

14.1.5. MOLINO DE ORGÀNICOS 103

14.2. PLANTA DE COMPOSTAJE 105

14.2.1. CARRO DE TRANSPORTE DE ORGÁNICO MOLIDO 105

14.2.2. REMOVEDOR DE COMPOST 107

14.3. ZONA COMPOST 109

14.4. ZONA DE LOMBRICULTURA 111

15. SUPERFICIE DE LOS CRR 113

15.1. SUPERFICIE DE PLANTA DE SEPARACION 113

15.2. ZONA COMPOSTAJE 115

15.3. ZONA LOMBRICULTURA 117

15.4. SUPERFICIE TOTAL DE LOS CRR 120

16. LAYOUT 121

16.1. PLANTA DE CLASIFICACION 121

16.2. ZONA COMPOST 122

16.3. ZONA LOMBRICULTURA 123

17. IMPACTO SOCIAL DEL PROYECTO 125

18. IMPACTO AMBIENTAL 127

19. IMPACTO ECONOMICO 129

20. PROBLEMAS ABIERTOS 131

21. CONCLUSIONES 133

ANEXO 1 – OPERARIOS POR TURNO, ZONA Y TIPO DE RESIDUO 135

ANEXO 2: EQUIPOS AUXILIARES 141

1. BASCULA ELECTRONICA DIGITAL PORTATIL DE PLATAFORMA 141

2. PRENSA VERTICAL PARA PLASTICOS / CARTON / TRAPOS 141

3. SISTEMA LIVIANO DE MOLIENDA DE PLÁSTICOS 141

4. PRENSA HORIZONTAL PARA ENVASES Y LATAS 142

5. SISTEMA LIVIANO DE MOLIENDA DE PLÁSTICOS 143

5.1. MOLINO GRANULADOR DEISA 143

5.2. CINTA DE CARGA 144

5.3. SISTEMA NEUMÁTICO DE DESCARGA: 144

GLOSARIO 145

BIBLIOGRAFÍA 147

1. BUENOS AIRES Y CAPITAL FEDERAL

La Provincia de Buenos Aires cuenta con 134 partidos, desde Hurlingham que es el más pequeño en superficie, hasta Patagones, el más extenso. Posee un 8.2% de la superficie total del país, con 307.571km^2. Su capital es La Plata. Situada al este, en la zona centro de República Argentina, limita con las provincias de Córdoba, La Pampa, Río Negro, Entre Ríos y Santa Fe, así como con la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, el Río de la Plata y el océano Atlántico.

En la provincia reside el 38.61% de la población total de la República Argentina. Esto significa que la mayor parte de los residuos generados tienen origen allí. El partido más poblado es el de La Matanza, situado en la Zona Sur de la Provincia, con 1.255.288 habitantes. Con más de 4 (cuatro) millones de viviendas, la población total es de 13.827.203 habitantes. Del total de viviendas, solamente 1.114.764 viviendas poseen cloacas y agua corriente.[1]

Según el Censo del año 2001, el 24.40% de la población de la Provincia de Buenos Aires se encuentra bajo el límite de pobreza. El porcentaje varía según cada partido, oscilando entre 12.70% y 34.50% de pobreza.

Del total de habitantes que tiene la Provincia de Buenos Aires, el 63% se agrupa en el llamado Gran Buenos Aires (unos 8 millones de personas), mientras que solamente la ciudad de Buenos Aires reúne a más de 3 millones. El Gran Buenos Aires es el área más urbanizada y de mayor concentración económica, formando una conurbación integrada por la Capital Federal y varios partidos colindantes. Prácticamente todas las ramas industriales se encuentran allí representadas: siderurgia, alimentación, productos químicos, refinerías de petróleo, petroquímica, metal mecánica, automoción, textiles, maquinarias y otras. El conglomerado se abastece de energía térmica, hidroeléctrica (que llega de otras provincias por el sistema interconectado) y nuclear, procedente de las centrales de Atucha I y II.

[1] Fuente: Gobierno de la Provincia de Buenos Aires

Figura 1-1: Provincia de Buenos Aires

La capital de la República Argentina es la denominada Capital Federal o Ciudad Autónoma de Buenos Aires (CBA). Tiene una extensión de 200 km^2, que se extiende hasta los 3.880 km^2 si se considera el área metropolitana. Su clima es templado y húmedo por la influencia oceánica. La ciudad presenta una densidad de población de $14.651\,{hab}/{km^2}$, que desciende a $2.517\,{hab}/{km^2}$ en el área metropolitana.

Está compuesta por 48 barrios, habitan en ella 2.772.645 personas habitan en ella, según lo indica en Censo Nacional[2] realizado en el año 2001. El barrio más poblado es Palermo, mientras que el de menor cantidad de habitantes es Puerto Madero. Palermo presenta una población de 225.245 habitantes, mientras que Puerto Madero 406 habitantes respectivamente. A su vez, Palermo es el barrio de mayor superficie, totalizando 15,9 km^2, en cambio San Telmo es el más pequeño en cuanto a superficie, con tan solo 1,20 km^2. En la Capital Federal no hay población rural.

[2] Según lo indica el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC)

La pobreza en la Ciudad de Buenos Aires se manifiesta en el 7,80% de personas con las Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI), porcentaje que equivale a 212.489 personas. La Boca es el barrio donde se encuentra la mayor cantidad de gente con NBI, con el 27,3%. Por el contrario, Villa Devoto posee el 1,7% de su población con NBI.

A continuación un mapa de la Capital Federal y sus barrios.

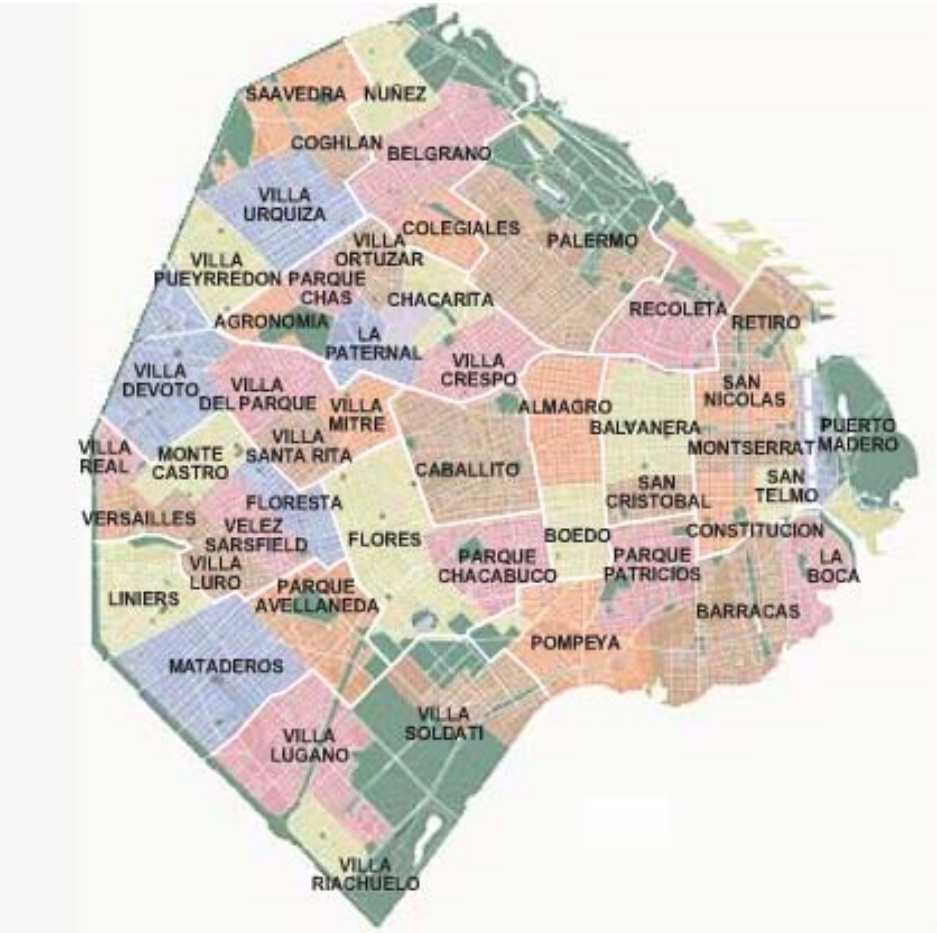


Figura 1-2: Capital Federal

El Gran Buenos Aires (GBA) es el nombre con el que se conoce a la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, más la extensión natural o Conurbano, sobre la provincia de Buenos Aires, sin constituir en su conjunto una unidad administrativa. Es el conjunto compuesto por la Ciudad Autónoma de Buenos

Aires y 24 partidos del Gran Buenos Aires, cuya superficie total es de 3833km^2.[3]

El Gran Buenos Aires está formado por:

- La Ciudad Autónoma de Buenos Aires
- 14 partidos cuya población y superficie integran totalmente el aglomerado Gran Buenos Aires
  - Avellaneda
  - General San Martín
  - Hurlingham
  - Ituzaingó
  - José C. Paz
  - Lanús
  - Lomas de Zamora
  - Malvinas Argentinas
  - Morón
  - Quilmes
  - San Isidro
  - San Miguel
  - Tres de Febrero
  - Vicente López
- 10 partidos cuya población y superficie integran parcialmente el Aglomerado Gran Buenos Aires y forman parte del Gran Buenos Aires (en sentido administrativo)
  - Almirante Brown
  - Berazategui
  - Estaban Echeverría
  - Ezeiza
  - Florencio Varela
  - La Matanza
  - Merlo
  - Moreno
  - San Fernando
  - Tigre
- 6 partidos cuya superficie y población integran parcialmente el aglomerado, y no forman parte del GBA (en sentido administrativo)
  - Escobar

[3] Fuente: INDEC

  - General Rodríguez
  - Marcos Paz
  - Pilar
  - Presidente Perón
  - San Vicente
- 2 partidos cuya superficie y población integran muy parcialmente el aglomerado, y no forman parte del GBA (en sentido administrativo). Tampoco se los considera, por el momento, como parte del aglomerado GBA
  - Cañuelas
  - La Plata

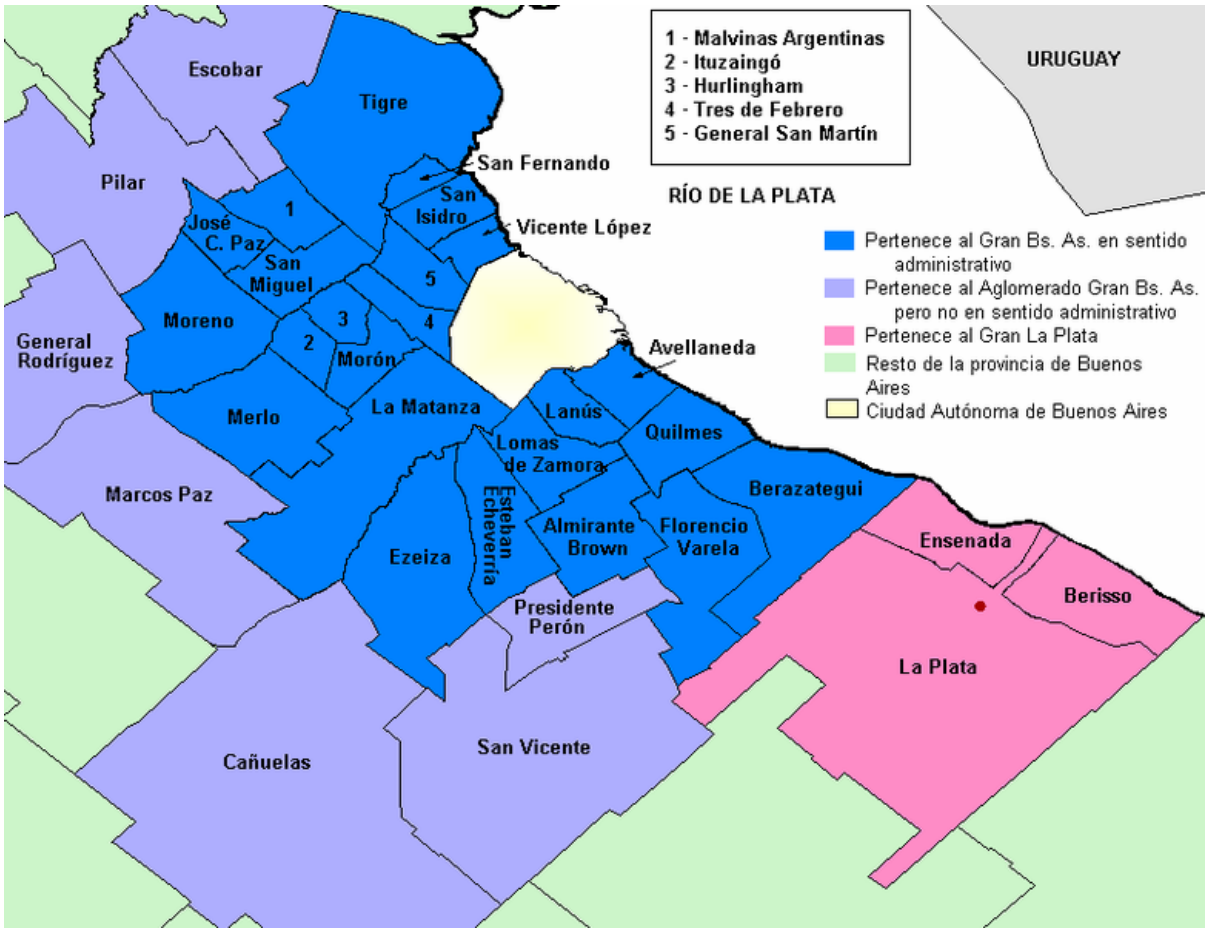


Figura 1-3: Conurbano Bonaerense

Un partido particular es el de San Fernando. Formado por dos áreas netamente diferenciadas: una sección continental de 23 km2, densamente poblada, con preeminencia de actividades industriales, comerciales y de servicios; y una sección de islas del Delta del Paraná con más de 900 km2. Se considera al Partido de San Fernando como un partido del Conurbano Bonaerense.

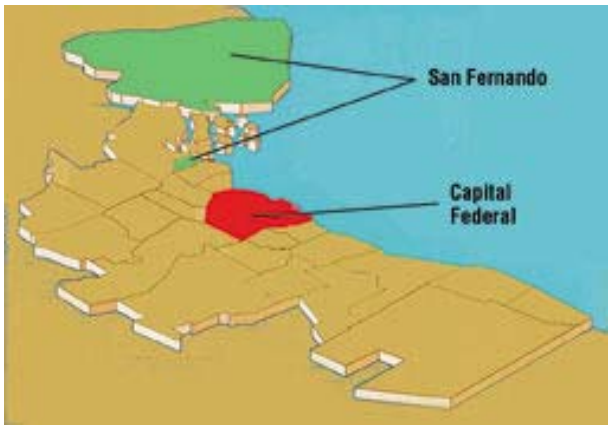


Figura 1-4: Partido de San Fernando

Para el análisis se considerarán tres zonas que se tratarán por separado:

- Ciudad Autónoma de Buenos Aires (CBA)
- Gran Buenos Aires (GBA): 24 partidos
- Resto de la Provincia de Buenos Aires: 110 partidos

2. HISTORIA DE LOS RESIDUOS EN LA PROVINCIA

Según la Coordinación Ecológica del Área Metropolitana Sociedad del Estado (CEAMSE), en el año 1991, primeros años de la convertibilidad, una persona de clase alta producía $1{,}01\,^{kg}/_{hab \cdot día}$ de residuos, en la clase media $0{,}86\,^{kg}/_{hab \cdot día}$, mientras que en la clase baja se producía $0{,}68\,^{kg}/_{hab \cdot día}$. Estas cifras fueron aumentando durante toda la década del 90.

Antes de la crisis de 2001, en la Capital Federal, una persona generaba $1{,}73\,^{kg}/_{hab \cdot día}$, para que luego de la crisis este valor disminuyera a $1{,}35\,^{kg}/_{hab \cdot día}$.

En Capital Federal, en Febrero del 2002, la cantidad de basura recolectada cayó el 18,40% respecto del mismo período del año anterior debido a la modificación en los hábitos de consumo generados por la crisis. A su vez, en Vicente López el 17,90%; en San Isidro el 19,70%; en Morón el 23,40% y en San Martín el 23,1%. Por el contrario, la caída fue menor en los distritos donde predominan las familias más pobres donde, históricamente, los valores ya eran bajos: Florencio Varela (7,40%), San Miguel (11,40%), Moreno (2,00%), Presidente Perón (7,40%) y Malvinas Argentinas (8,20%).

La generación de residuos varía en cada partido de la provincia.

Una de las causas fundamentales de la disminución de la cantidad de residuos recolectados (RR) es la denominada recolección informal. La presencia de los llamados “Cartoneros” hace disminuir los residuos entre el 5,00% y 10,00%. También hay que tener en cuenta los cambios que se produjeron luego de la recesión. La población dejó de consumir productos con más packaging, ya que su precio era superior, y se inclinó a consumir productos frescos y económicos.

Actualmente, al estar el país pasando por un crecimiento económico sostenido desde hace ya 6 años, los índices de consumo e indicadores económicos parecen haber mejorado. El total de residuos Generados en Capital Federal en el año 2006 alcanzaron los niveles del año 1995, un 16% por debajo de antes de la Crisis del 2001. El año en que los porteños generaron más cantidad de residuos fue en 1999.

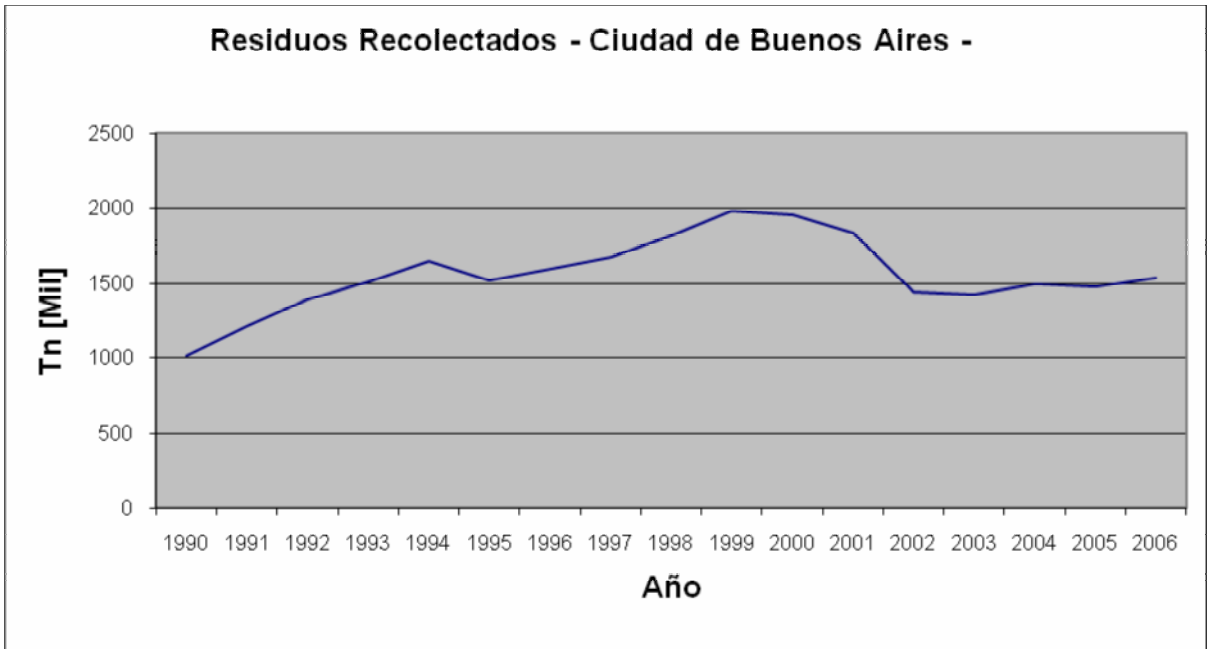


Figura 2-1: Evolución de los residuos recolectados por el CEAMSE en Capital Federal

Según el CEAMSE, en el Gran Buenos Aires, los residuos recolectados desde el año 1990, se fueron incrementando hasta estabilizarse en el año 2000-2001. Luego de la crisis disminuye drásticamente, alcanzando su punto mínimo en el año 2003. Para el año 2006 la cantidad recolectada alcanzó los valores históricos del año 1998, con tendencia creciente.

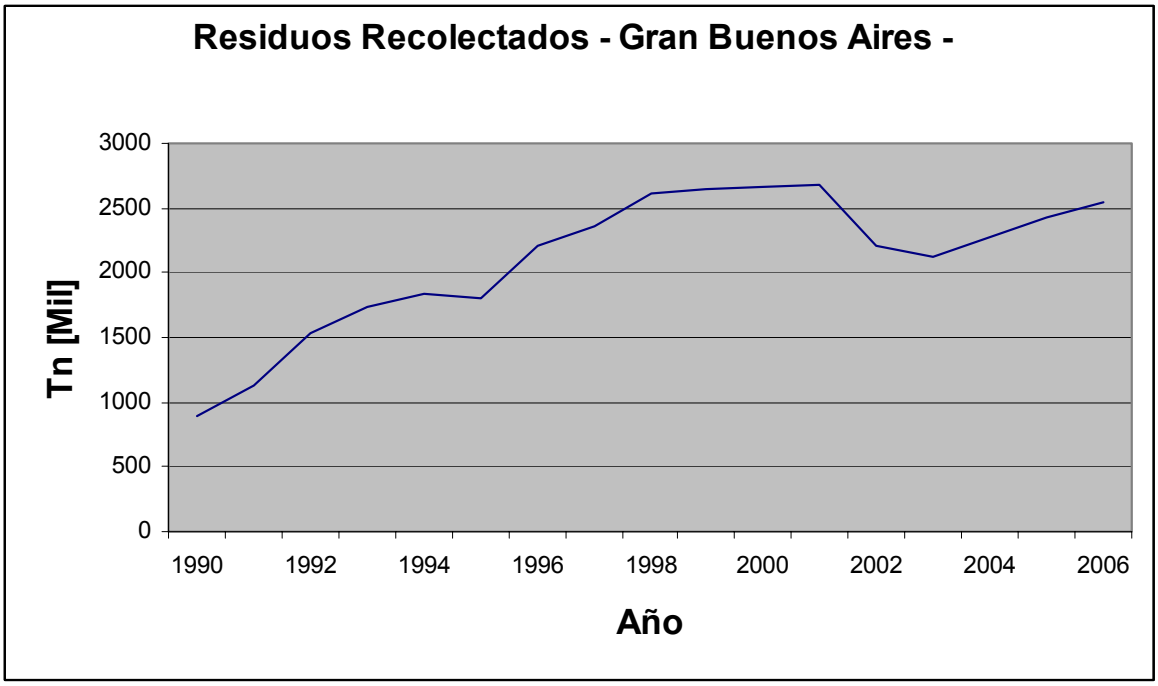


Figura 2-2: Evolución de residuos recolectados en el Gran Buenos Aires

3. TIPOS DE RESIDUOS

Los residuos que genera la población se dividen en tres grandes grupos: Residuos Orgánicos (RO), Residuos Inorgánicos (RI) y Residuos Peligrosos (RP).

- Los RO son aquellos de origen biológico, que en algún momento estuvieron vivos, o formaron parte de un ser vivo. Son aquellos que tienen la característica de poder desintegrarse o degradarse rápidamente, transformándose en otro tipo de materia orgánica. Los ejemplos más comunes son restos de alimentos y elementos de poda y jardín.

- Los RI son todos aquellos de origen industrial, antrópicos o no naturales. Son los que por sus características químicas sufren una descomposición natural muy lenta. Muchos de ellos son de origen natural pero no son biodegradables, por ejemplo los envases de plástico, telas, plásticos, y cartones entre otros.

- Los RP son aquellos que constituyen un peligro potencial, y deben ser tratados de forma especial. Son materiales sólidos, líquidos o gaseosos que contienen sustancias que por su composición, posibilidad de combinación o mezcla representan un riesgo para la salud humana, los recursos naturales y el medio ambiente.

Al mejorar las condiciones económicas y modificarse los hábitos de consumo, los RI aumentan en cantidad y volumen, siendo cada vez más difícil su disposición final. Cuanto mayor es el poder adquisitivo de una persona, mejores productos consume, esto significa más embalajes y packaging para una mejor conserva del producto. Hay ocasiones en que el costo del packaging supera al costo del producto.

4. GENERACIÓN

El incremento de los residuos se eleva junto con el tamaño del grupo familiar, pero no de forma proporcional a la cantidad de integrantes de la familia. Las familias de pocos integrantes generan más residuos que las familias numerosas y la composición también es diferente.
Además de la composición familiar, la cantidad de residuos generados varía según el país de vivienda, los hábitos de consumo y la clase social.
Un habitante de una ciudad en un país industrializado y rico puede producir hasta 850 kg de basura doméstica en un año. La basura doméstica es a menudo, una mezcla de objetos que pueden ser reutilizables o reciclados (como periódicos y latas) y material no reciclable (como viejos aparatos electrodomésticos y envases de plástico).

En el mundo, el país que mayor cantidad de residuos domésticos genera es Estados Unidos, con $850^{kg}/_{hab \cdot año}$. En segundo lugar se encuentra Australia, con $650^{kg}/_{hab \cdot año}$. En cambio, en Argentina se generan anualmente $612.47^{Kg}/_{hab.año}$.

A continuación se desarrolla el tema de generación de residuos separadamente para la CBA, GBA y el resto de la Provincia de Buenos Aires.

4.1. CIUDAD AUTÓNOMA DE BUENOS AIRES

Según un estudio realizado en la CBA, la composición de los Residuos generados por los habitantes de la misma en el año 2001 fue[4]:

[4] Fuente: Instituto de Ingeniería Sanitaria de la Universidad de Buenos Aires

Composición Fisica de los Residuos CBA	
Componente	**Media**
Papeles	**24,10%**
Diarios y Revistas	8,14%
Papel de Oficina (Alta Calidad)	0,92%
Papel Mezclado	9,55%
Cartón	4,55%
Envases TetraBrick	0,94%
Plásticos	**13,75%**
PET	2,77%
PEAD	3,43%
PVC	0,40%
PEBD	4,67%
PP	1,40%
PS	0,47%
Otros	0,61%
Vidrio	**5,19%**
Verde	2,41%
Ambar	0,84%
Blanco	1,95%
Metales Ferrosos	**1,57%**
Metales no Ferrosos	**0,90%**
Latas de Aluminio	0,46%
Aluminio	0,29%
Bronce	0,01%
Plomo	0,03%
Otros Metales No Ferrosos	0,11%
Materiales Textiles	**2,51%**
Madera	**1,30%**
Goma Cuero Corcho	**0,70%**
Pañales Descartables y Apósitos	**4,05%**
Materiales de Construccion y Demolición	**1,70%**
Residuos de Poda y Jardín	**4,97%**
Residuos Peligrosos	**1,24%**
Residuos Patogénicos	**0,41%**
Residuos Alimenticios	**33,39%**
Menores a 12,5mm	**4,22%**

Tabla 4.1-1: Composición de residuos domiciliarios en la Ciudad de Buenos Aires

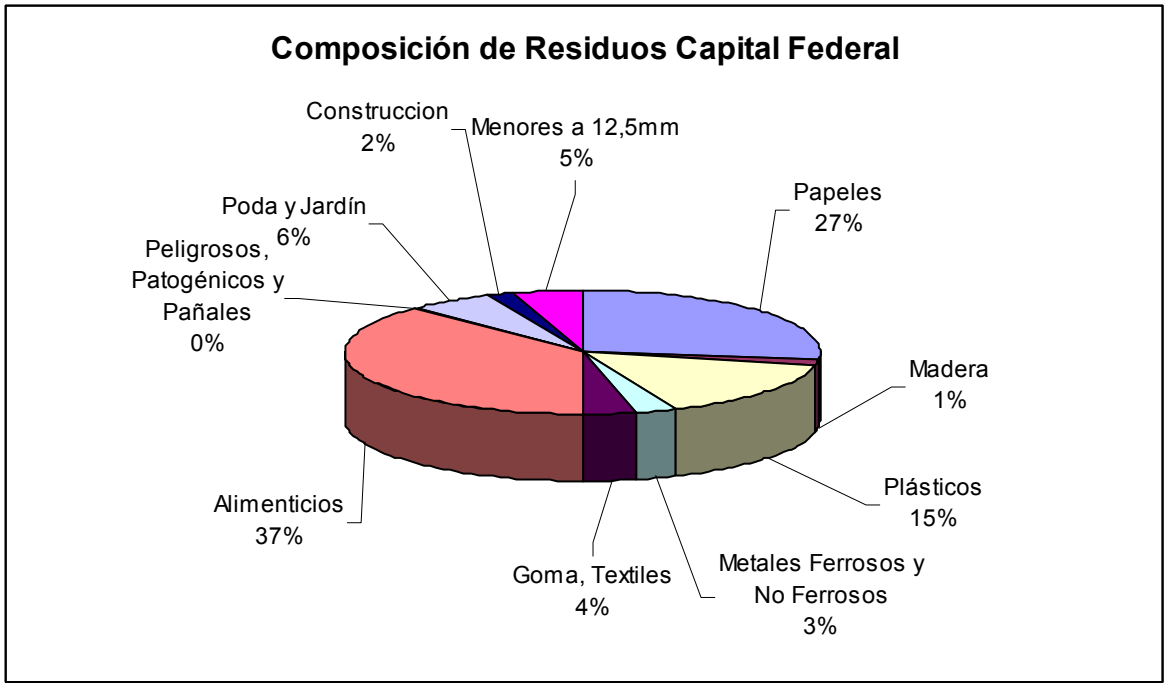


Figura 4.1-2: Composición de residuos

La producción per cápita (PPC) promedio diaria en la Ciudad de Buenos Aires de residuos domiciliarios es de $1.004\,{}^{Kg}/_{hab.día}$, sin incluir el aporte de barrido y residuos especiales.

Con respecto a los RO, los desechos alimenticios son la primera fuente de generación de residuos, con un 33% del total, y los restos de Poda y Jardín ocupan el quinto lugar con un casi 5% del total generado. Por lo tanto el porcentaje de RO generado es de

$$\%RO = \%_{a\,\mathrm{lim}\,entos} + \%_{poda} = 33.39\% + 4.97\% = 38.36\%$$

La generación de residuos domiciliarios depende del Nivel Socio Económico (NSE): Alto, Medio y Bajo:

Nivel SocioEconómico - NSE	PPC (Kg/hab.día)
NSE A - Alto y Medio-Alto	0,960
NSE B - Medio	0,916
NSE C - Medio-Bajo	0,852
NSE D - Bajo	0,749

Tabla 4-1-3: PPC según NSE 1

Estos valores no incluyen los de barrido y los servicios especiales. En promedio, se generan $0.183^{Kg}/_{hab.día}$ de barrido y $0.491^{Kg}/_{hab.día}$ de residuos municipales, como volquetes. En consecuencia, los NSE alto y medio-alto y Medio en promedio generan $0.938^{Kg}/_{hab.día}$, mientras que los niveles Medio-Bajo y Bajo $0.801^{Kg}/_{hab.día}$ de Residuos Domiciliarios. Esto significa que una persona de NSE C y D en promedio generan un 14.6% menos que una de NSE A o B.

Para calcular el porcentaje de RO generados según el NSE de la población se recurre a los datos que lo relacionan con los usos del suelo (UDS)[5]:

	UDS 1 Central			UDS 2: Residencial			
	1A	1B	1C	2A	2B	2C	2D
Residuos de Poda y Jardín	7,59%	0,00%	1,03%	5,82%	5,78%	3,34%	4,88%
Residuos Orgánicos	32,25%	36,59%	34,84%	34,11%	31,27%	33,02%	36,88%
Total	39,84%	36,59%	35,87%	39,93%	37,05%	36,36%	41,76%

	UDS 3: Res/Comercial				UDS 4: Res-Ind	
	3A	3B	3C	3D	4C	4D
Residuos de Poda y Jardín	3,31%	12,98%	5,02%	0,96%	2,06%	2,61%
Residuos Orgánicos	29,85%	31,10%	35,83%	33,62%	35,56%	33,29%
Total	33,16%	44,08%	40,85%	34,58%	37,62%	35,90%

Tabla 4.1-4: Porcentaje de RO según UDS

Y calculando el total para los distintos NSE de la población se tiene:

[5] Fuente: Instituto de Ingeniería Sanitaria de la UBA

NSE	% RO
A	37,64%
B	39,24%
C	37,68%
D	37,41%

% RO	
ELP	38,44%
DLP	37,54%

Tabla 4.1-5:- %RO según NSE

Donde ELP se refiere a la población por encima del límite de pobreza, y DLP por debajo.

Para cada barrio se calcula la cantidad de Residuos Orgánicos dependiendo del porcentaje de población con Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI), siendo:

$$RO_i = RO_{NBI_i} + RO_{NBS_i}$$
$$RO_i = \%RO_{NBI_i} \times \%NBI_i \times Poblacion_i \times PPC_i + \%RO_{NBS_i} \times (100\% - \%NBI_i) \times Poblacion_i \times PPC_i$$
$$RO_{TOTAL} = \sum_i RO_i$$

En función de este cálculo, se puede concluir que en la Ciudad de Buenos Aires se generan $4713.71 {}^{Tn}/_{\text{Res.día}}$, de los cuales $1808.76 {}^{Tn}/_{RO.día}$ pertenecen a Residuos Orgánicos Domiciliarios y de Poda y Jardín.

4.2. GRAN BUENOS AIRES

En el GBA se calcula la cantidad de Residuos Generados partiendo de los datos utilizados para la CBA.

Se supone que el promedio de generación en la CBA es equivalente al del GBA, igual a $1.678 {}^{Kg}/_{hab.día}$. Luego se analiza la generación según si los generadores se encuentran por encima o por debajo del límite de pobreza. Para ello, se calcula el promedio de RO (provenientes de restos de alimentos y materiales de poda y jardín) para cada NSE:

NSE	% RO
A	37,64%
B	39,24%
C	37,68%
D	37,41%

Tabla 4.2-1: %RO según NSE

Se considerará que la población por debajo del límite de pobreza (DLP) generará un promedio entre NSE C y D, mientras que el resto (por encima del límite de pobreza - ELP) arrojará como resultado un promedio entre NSE A y B, al igual que lo considerado para los cálculos en la CBA.

Por lo tanto:

	% RO
ELP	38,44%
DLP	37,54%

Tabla 4.2-2: %RO según ELP y DPL

Con estos valores se calcula el valor de RO generados en cada partido según si el habitante se encuentra por encima o por debajo del Límite de Pobreza:

$$\frac{TotalRO_{ELP}}{día}_{partido} = \%RO_{ELP} \times \frac{Kg}{hab.día} \times HabELP_{partido} = 38.44\% \times \frac{Kg}{hab.día} \times HabELP_{partido}$$

$$\frac{TotalRO_{DLP}}{día}_{partido} = \%RO_{DLP} \times \frac{Kg}{hab.día} \times HabDLP_{partido} = 37.54\% \times \frac{Kg}{hab.día} \times HabDLP_{partido}$$

$$\frac{TotalRO}{día}_{partido} = \frac{TotalRO_{ELP}}{día} + \frac{TotalRO_{DLP}}{día}$$

$$\frac{TotalRO}{día}_{GBA} = \sum \frac{TotalRO}{día}_{partido_i}$$

	Partido	Población 2001	% Pobreza	DLP	ELP	Kg/hab.día de Residuos (=CBA)	Total RO DLP+ELP [Tn]
N°	**Total**	**8.684.437**	**30,3%**	**2633049**	**6051388**	**1,678**	**5.563.772**
1	La Matanza	1.255.288	34,500%	433074	822214	1,678	803.422
2	Lomas de Zamora	591345	34,500%	204014	387331	1,678	378.479
3	Quilmes	518788	34,500%	178982	339806	1,678	332.040
4	Almirante Brown	515.556	34,500%	177867	337689	1,678	329.971
5	Merlo	469985	34,500%	162145	307840	1,678	300.805
6	Lanús	453082	34,500%	156313	296769	1,678	289.986
7	General San Martín	403.107	34,500%	139072	264035	1,678	258.001
8	Moreno	380503	34,500%	131274	249229	1,678	243.533
9	Florencio Varela	348.970	34,500%	120395	228575	1,678	223.351
10	Tres de Febrero	336467	8,700%	29273	307194	1,678	216.657
11	Avellaneda	328.980	34,500%	113498	215482	1,678	210.557
12	Morón	309380	34,500%	106736	202644	1,678	198.013
13	Tigre	301223	20,300%	61148	240075	1,678	193.436
14	San Isidro	291.505	8,300%	24195	267310	1,678	187.723
15	Malvinas Argentinas	290691	34,500%	100288	190403	1,678	186.051
16	Berazategui	287.913	34,500%	99330	188583	1,678	184.273
17	Vicente López	274082	4,800%	13156	260926	1,678	176.647
18	San Miguel	253086	18,200%	46062	207024	1,678	162.604
19	Esteban Echeverría	243.974	34,500%	84171	159803	1,678	156.151
20	José C. Paz	230.208	34,500%	79422	150786	1,678	147.340
21	Hurlingham	172.245	34,500%	59425	112820	1,678	110.242
22	Ituzaingó	158.121	12,700%	20081	138040	1,678	101.721
23	San Fernando	151131	34,500%	52140	98991	1,678	96.728
24	Ezeiza	118.807	34,500%	40988	77819	1,678	76.040

Tabla 4.2-3: RO por Partido del GBA en Tn

En el Gran Buenos Aires se generan diariamente $5563772\,{}^{Kg}/_{RO.día}$, es decir $5563.772\,{}^{Tn}/_{RO.día}$.

El valor obtenido es de esperarse, ya que de acuerdo con las hipótesis desde las que parte esta investigación, en el GBA hay aproximadamente el triple de población que en la CBA, por lo tanto es de esperar que los RO generados en el GBA sean aproximadamente tres veces de los generados en la CBA.

$$\frac{5563.772\,{}^{Tn}/_{GBA.día}}{1808.763\,{}^{Tn}/_{CBA.día}} = 3.076\,{}^{CBA}/_{GBA}$$

4.3. PROVINCIA DE BUENOS AIRES

Para el cálculo de la generación de residuos en la Provincia de Buenos Aires se recurre a las cifras oficiales INDEC.

Según el censo nacional realizado en el año 2001, el total de la población de la Provincia de Buenos Aires (excluyendo al GBA) es de 5.142.766 habitantes[6]. En función de los datos de la población de cada partido de la provincia se realiza la Curva ABC de la población total, con la población acumulada.

De los 110 partidos, 43 de ellos concentran el 80.491% de la población total, estos partidos serán considerados “densamente poblados”, o de categoría “A” según la curva ABC. Del total, en 82 viven el 95.044% de los habitantes, es por esto que los siguientes 37 partidos serán de categoría “B” según el ABC, o “normalmente poblados”. Por ultimo, los restantes 30 partidos, poseen el resto de la población, siendo estos considerados los partidos “escasamente poblados”, o de categoría “C”.

Categoría	% Poblacional	Población	Cantidad de Partidos	A	B	C
A	80,491%	4.110.254	43	43		
B	95,044%	4.887.871	80	43	37	
C	100,000%	5.142.766	110	43	37	30

Tabla 4.3-1: ABC Provincia de Buenos Aires

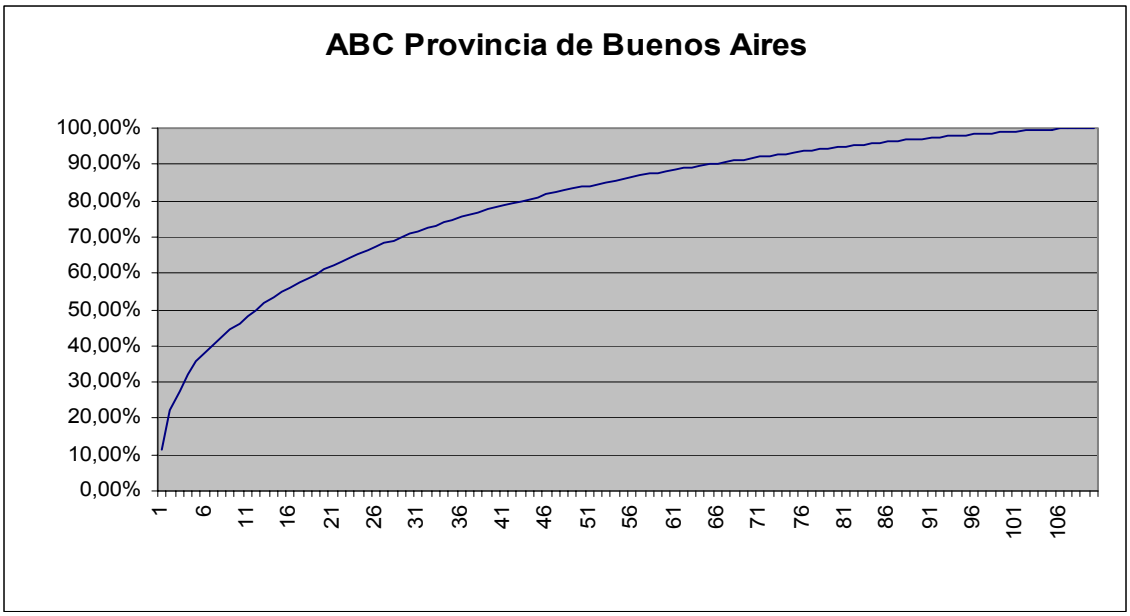


Imagen 4.3-2: ABC Partidos de la Provincia de Buenos Aires

[6] Fuente: INDEC

Se construye un mapa para observar los distintos partidos por clase:

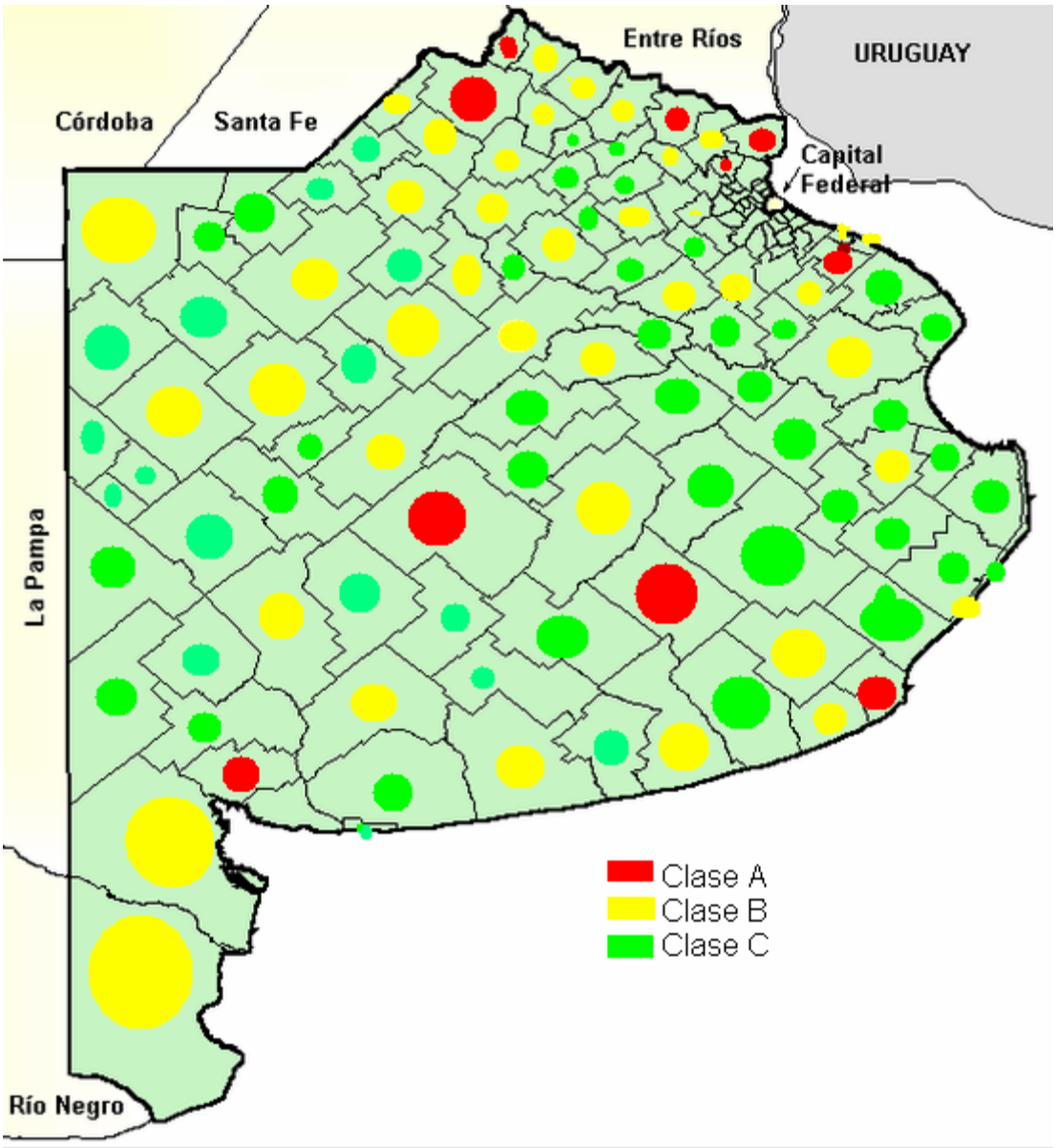


Figura 4.3-3: ABC Provincia de Buenos Aires

4.3.1 SEGÚN CLASE ABC

4.3.1.1. CLASE A

Para partidos con población mayor a 200.000 habitantes de clase “A” se toma el PPC promedio de la CBA $\left(1.678\,{}^{Kg}/_{hab.día}\right)$.

El partido de Olavaria, de 103.961 habitantes (Categoría A), posee un servicio de recolección de residuos diaria que junta $90^{Tn}/_{día}$ de residuos y $25^{Tn}/_{día}$ de escombros, ramas, troncos y tierra. Se calcula que la generación promedio per cápita es de $1.106^{Kg}/_{hab.día}$. Se tomará este dato como referencia para los partidos de tipo "A" con población entre 50.000 y 200.000 habitantes.

El porcentaje de RO generados en estos partidos de clase A con población superior a 50.000 habitantes se supone igual al porcentaje obtenido para la CBA: 38.367%.

Para los partidos con población menor a 50000 habitantes (de clase "A") se toma como referencia el partido de Trenque Lauquen. La población allí es de 40.181 habitantes[7] según el censo de 2001, y se generan 30 Toneladas de basura por día de lunes a sábado, y 18 Toneladas durante los domingos. El 68.5% de los mismos son RO.

Calculando por habitante:

$$30^{Tn}/_{día} * 6^{días}/_{semana} + 18^{Tn}/_{día} = 198^{Tn}/_{semana}$$

$$\frac{198^{Tn}/_{semana}}{7^{días}/_{semana}} \times 1000^{Kg}/_{Tn} = 28285{,}714^{Kg}/_{día}$$

$$\frac{28285.714^{Kg}/_{día}}{40181 hab} = 0.704^{Kg}/_{hab.día}$$

Para el cálculo de la cantidad de RO generados:

$$68.5\% RO \Rightarrow 68.5\% \times 0.704^{Kg}/_{hab.día} = 0.482^{KgRO}/_{día.hab}$$

[7] Fuente: INDEC

4.3.1.2. CLASE B

Para los partidos de clase B, lo que se realiza es un promedio lineal entre los partidos de población inferior a 50.000 habitantes de clase "A" y los partidos de clase "C", para obtener un valor adecuado de la generación y composición de los Residuos.

$$PPC_B = \frac{PPC_{A3} + PPC_C}{2} = \frac{0.704\,{}^{Kg}/_{hab.día} + 0.482\,{}^{Kg}/_{hab.día}}{2} = 0.593\,{}^{Kg}/_{hab.día}$$

$$\%RO_{B=} \frac{\%RO_{A3} + \%RO_{A3}}{2} = \frac{68.5\% + 59\%}{2} = 63.75\%$$

4.3.1.3. CLASE C

Para los partidos de clase "C" se toman como referencia los datos suministrados por la Municipalidad de Tapalqué. Allí, un habitante genera $0.482\,{}^{kg}/_{hab.día}$ de residuos en promedio. El 59% de esa basura pertenece a RO, por lo tanto se generan $0.482\,{}^{kg}/_{hab.día} \times 59\% = 0.284\,{}^{kg}/_{hab.día}$ de este tipo de residuos.

La composición de los residuos de los partidos clase C es:

MATERIALES	PORCENTAJE	KILOS/DIA	KILOS/MES
ORGANICOS	59.00	2360	70800
PLASTICOS	9.50	380	11400
PET	0.50	20	600
PATOGENICOS	12.00	480	14400
PAPELES	3.75	150	4500
METALES	3.00	120	3600
VIDRIO	3.75	150	4500
TRAPOS	0.38	15	450
OTROS	8.13	325	9750
TOTAL	**100**	**4000**	**120000**

Tabla 4.3.1.3-1: Composición residuos clase C

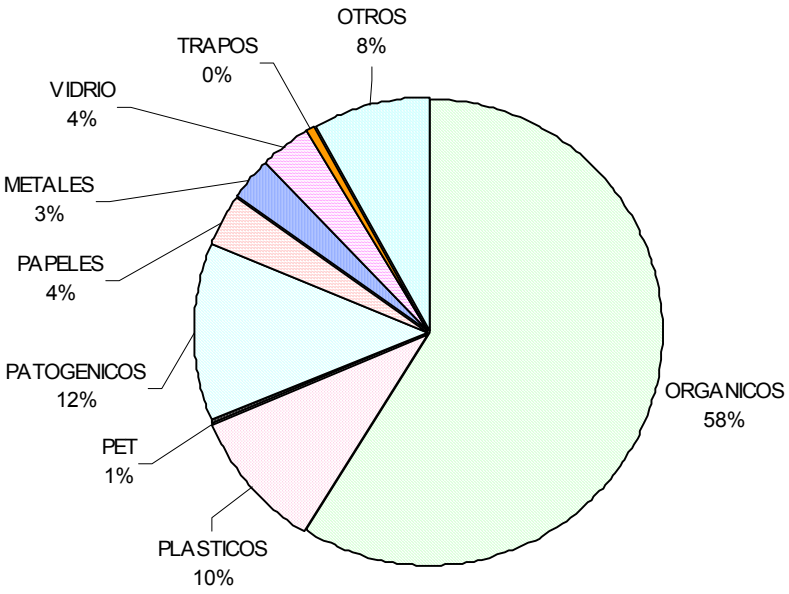


Figura 4.3.1.3-2: Composición de Residuos clase C

4.3.1.4. CONCLUSIÓN

Resumiendo, los valores para el cálculo de la cantidad de RO generados en la Provincia de Buenos Aires son:

Categoria	PPC (kg/hab.día)	%RO
A (>200,000)	1,678	38,367%
A2 (>50,000)	1,106	38,367%
A3(<50,000)	0,704	68,500%
B	0,593	63,750%
C	0,482	59,000%

Tabla 4.3.1.4-1: PPC y %RO Provincia de Buenos Aires

Se obtiene la producción diaria de RO según:

$$RO_{Total} = \sum_{i} Población_i \times \%RO_i \times PPC_i$$

Calculando, en el resto de la Provincia de Buenos Aires se generan diariamente $2517.609 Tn/día$ de RO.

Categoría	RO Generados (Kg)
A (>200,000)	1066218
A2 (>50,000)	747428
A3(<50,000)	348480
B	282972
C	72511
Total	**2517609**

Tabla 4.3.1.4-2: **RO Generados**

Considerando que los valores de generación promedio son inferiores a los de la CBA y GBA, los valores obtenidos son coherentes con la cantidad de población y sus respectivos PPC individuales para cada partido.

5. ESTIMACIÓN

Para realizar la estimación se realiza una regresión a partir de una serie de datos de entrada, diferentes para cada una de las 3 zonas a analizar: GBA, CBA y Provincia de Buenos Aires.

Luego, se analizan los parámetros obtenidos que deben cumplir con los siguientes requisitos para que el modelo sea aceptable:

- **R^2**: Un valor alto del coeficiente de determinación múltiple (R^2) es condición necesaria pero no suficiente para un buen ajuste.

- **S^2**: El primer modelo candidato que deberá considerarse será el que tenga la varianza, S^2, más pequeña, siempre que tenga un buen R^2.

- **F**: El valor de F, es decir, la división de los promedios de los cuadrados, deberá ser como máximo 0.05%.

A partir de la mejor curva de Regresión obtenida se proyectarán los valores a futuro de la Generación de Residuos.

Se toma el intervalo temporal 2007-2015 para realizar la estimación.

5.1. CIUDAD AUTÓNOMA DE BUENOS AIRES

Se requieren indicadores en cuanto a la generación de residuos.

Se parte de los datos del PPC histórico de la CBA, y de los datos poblacionales de la Ciudad. Con los valores de población, GDP y los datos suministrados por el Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires en cuanto a PPC histórico se realiza la regresión.

Luego de realizar una regresión, se obtiene la ecuación que más se ajusta a los datos de entrada, siendo la misma función de las variables de población y GDP.

Modelo	R^2	S^2	F
X1 X2	0,519231	3,408E+10	0,0059368
X1	0,4208413	3,832E+10	0,0048444
X2	0,0132083	6,529E+10	0,6604988

Tabla 5-1: Valores Regresión

De los datos obtenidos, se podría concluir que el mejor modelo para realizar la estimación es el que incluye ambas variables, ya que posee el mayor R^2 a igualdad de S^2, y un buen F, cuya ecuación característica es (siendo RR la Cantidad de residuos recolectados por el CEAMSE):

$$RR_{CapitalFederal} = 1442210\,Kg - 0.547 \times Poblacion + 6357 \times GDP$$

Pero los coeficientes obtenidos para este modelo no resultan coherentes. El coeficiente multiplicador del parámetro poblacional, es un número negativo, lo que significa que al aumentar la población, disminuye la cantidad de RO generados. En consecuencia, que el modelo no es el adecuado.

Como hipótesis, inicialmente se supone que la Capital Federal se encuentra saturada en población, por lo tanto al pasar los años la población se mantiene constante, convirtiendo al factor $a \times Poblacion$ en un factor constante, haciendo disminuir el término independiente, ya que el coeficiente es negativo.

Por lo tanto se descarta este modelo y se utilizará el que contiene únicamente al indicador económico GDP:

$$RR_{CapitalFederal}\left[Tn/_{año}\right] = 334004\,Tn/_{año} + 4754.56 \times GDP$$

De esta manera la cantidad de RR en Capital Federal depende únicamente del indicador económico, ya que al mejorar la economía de un país, se genera mayor cantidad de residuos.

Los valores obtenidos al reemplazar en la ecuación anterior:

Año	CEAMSE (Y)	GDP X1
2007	1897053,591	328,75
2008	1951760,321	340,25
2009	2006764,03	351,82
2010	2061965,105	363,43
2011	2118987,816	375,43
2012	2177892,276	387,81
2013	2238740,583	400,61
2014	2301596,885	413,83
2015	2366527,444	427,49

Tabla 5-2: Estimación Capital Federal

Estos valores se traducen a índices de generación per cápita por día:

$$\frac{RR_{CapFed_i}\,/\,año}{365\,dias\,/\,año} \times \frac{1000\,Kg\,/\,Tn}{Poblacion_{CapFed_i}} = PPC_{CapFed_i}\left[Kg\,/\,hab.dìa\right]$$

Año	CEAMSE (Y) [Tn/año]	PPC Total [Kg/hab.dia]
2007	1897053,591	1,718
2008	1951760,321	1,767
2009	2006764,03	1,817
2010	2061965,105	1,867
2011	2118987,816	1,919
2012	2177892,276	1,972
2013	2238740,583	2,027
2014	2301596,885	2,084
2015	2366527,444	2,143

Tabla 5-3: Estimación Capital Federal

Dado que los índices aumentan año a año, al aumentar indefinidamente el GDP aumentaría indefinidamente el PPC, es por esto que se fija un techo en $2\,Kg\,/\,hab.día$, ya que esa es una tasa de un país desarrollado, que difícilmente se alcance en el país.

Es por esto que a partir del año 2013 al 2014 se trabajará a la inversa, y se aumentará gradual y proporcionalmente la generación, hasta llegar en el año 2015 a un PPC de $2\,Kg\,/\,hab.dia$, dando como resultado:

Año	CEAMSE (Y) [Tn/año]	PPC Total [Kg/hab.dia]	PPC Total [Kg/hab.dia] Modificado
2007	1897053,591	1,718	1,718
2008	1951760,321	1,767	1,767
2009	2006764,03	1,817	1,817
2010	2061965,105	1,867	1,867
2011	2118987,816	1,919	1,919
2012	2177892,276	1,972	1,972
2013	2238740,583	2,027	1,981
2014	2301596,885	2,084	1,991
2015	2366527,444	2,143	2,000

Tabla 5-4: Nuevo PPC para Capital Federal

Los valores calculados anteriormente reflejan la cantidad de Residuos Totales. Se calculan los Residuos Orgánicos Generados por Año en la Ciudad de Buenos Aires:

$$RO_i = PPC_i \times \%RO \times 365 \, {}^{dias}\!/_{año} \times Población_i$$

Tomando como % RO al calculado en 4.1, de 38.367%.

Dando como resultado:

Año	CEAMSE (Y) Tn/año	PPC Total [Kg/hab.dia] Modificado	PPC Total de RO [Kg/hab.día]	Total RO CBA [Tn/año]
1990	1014283	1,08	0,42	389155
1991	1207140	1,27	0,49	463149
1992	1391961	1,46	0,56	534060
1993	1504422	1,57	0,60	577209
1994	1645081	1,70	0,65	631176
1995	1514011	1,56	0,60	580888
1996	1590755	1,63	0,63	610332
1997	1671849	1,70	0,65	641446
1998	1817550	1,85	0,71	697348
1999	1977253	2,00	0,77	758622
2000	1953375	1,97	0,76	749461
2001	1835934	1,81	0,70	704402
2002	1443047	1,32	0,51	553661
2003	1421842	1,30	0,50	545525
2004	1492867	1,36	0,52	572775
2005	1477147	1,34	0,51	566744
2006	1536453	1,39	0,53	589498
2007	1897054	1,72	0,66	727852
2008	1951760	1,77	0,68	748841
2009	2006764	1,82	0,70	769945
2010	2061965	1,87	0,72	791124
2011	2118988	1,92	0,74	813002
2012	2177892	1,97	0,76	835602
2013	2238741	1,98	0,76	839557
2014	2301597	1,99	0,76	843511
2015	2366527	2,00	0,77	847466

Tabla 5-5: Estimación de generación en Capital Federal

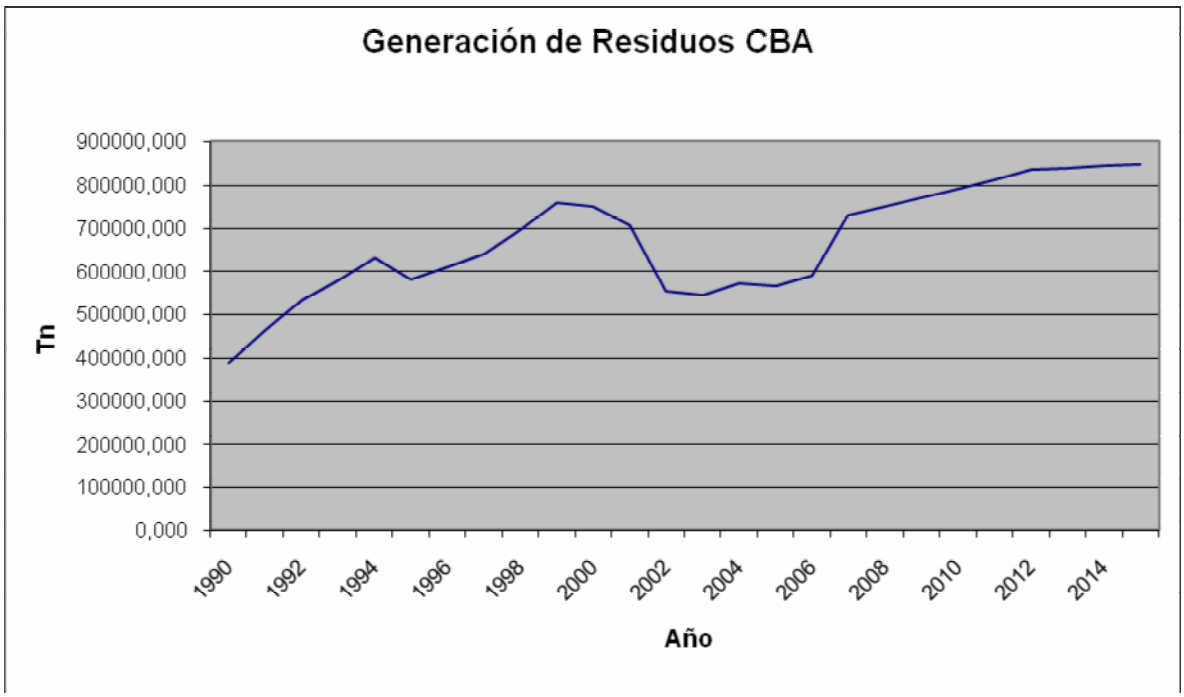


Figura 5-7: Estimación Ciudad de Buenos Aires

Gráficamente se observa que la cantidad de residuos generados se estabiliza hacia el final del período de análisis.

5.2. GRAN BUENOS AIRES

Se realiza la regresión para el GBA teniendo en cuenta los mismos supuestos que para la CBA. Para ello se recurre a los datos del INDEC sobre las proyecciones en cuanto a los habitantes de la Provincia de Buenos Aires. Estos valores de población contemplan la población de toda la Provincia sin incluir los valores de Capital Federal.

Los resultados obtenidos luego de realizar el análisis de datos correspondiente son:

Modelo	R^2	S^2	F
GDP	0,864278	4,371E+10	1,893E-07
Pob-GDP	0,868168	4,572E+10	0,0011668
Pobl	0,540913	1,478E+11	1,906E-06

Tabla 5.2-1: Regresión para GBA

De aquí se concluye que el mejor modelo para estimar los valores futuros sobre la generación de RO en el GBA es el que incluye ambas variables. Ya que a igualdad de S^2, el R^2 es mayor y el F cumplen con la condición establecida.

Por lo tanto la ecuación utilizada para estimar el valor de los RO en el GBA es:

$$RO_{CapitalFederal} = -2666202Kg + 0.071 \times Poblacion + 15046 \times GDP$$

Y reemplazando:

Año	Habitantes	GDP	Recolección CEAMSE
1990	12.422.611	187,06	895793,75
1991	12.581.046	205,13	1128218,11
1992	12.738.255	223,74	1529791,09
1993	12.893.149	236,51	1843610,49
1994	13.044.696	250,31	1811479,32
1995	13.193.901	243,19	2213426,34
1996	13.340.796	256,63	2365102,86
1997	13.483.832	277,44	2612413,48
1998	13.623.065	288,12	2645867,4
1999	13.758.373	278,37	2663892,11
2000	13.889.836	276,17	2681021,38
2001	14.167.123	264,00	2204045,62
2002	14.290.241	234,68	2127290,48
2003	14.410.581	256,03	2270817,17
2004	14.530.996	279,10	2435231,79
2005	14.654.379	304,83	2542731,76
2006	14.784.007	317,02	3161187,479
2007	14.917.940	328,75	3347257,723
2008	15.052.177	340,25	3529986,834
2009	15.185.336	351,82	3713578,686
2010	15.315.842	363,43	3897605,393
2011	15.444.306	375,43	4087250,922
2012	15.571.686	387,81	4282774,03
2013	15.697.279	400,61	4484320,957
2014	15.820.456	413,83	4692049,719
2015	15.940.645	427,49	4906129,111

Tabla 5.2-2: Estimación GBA

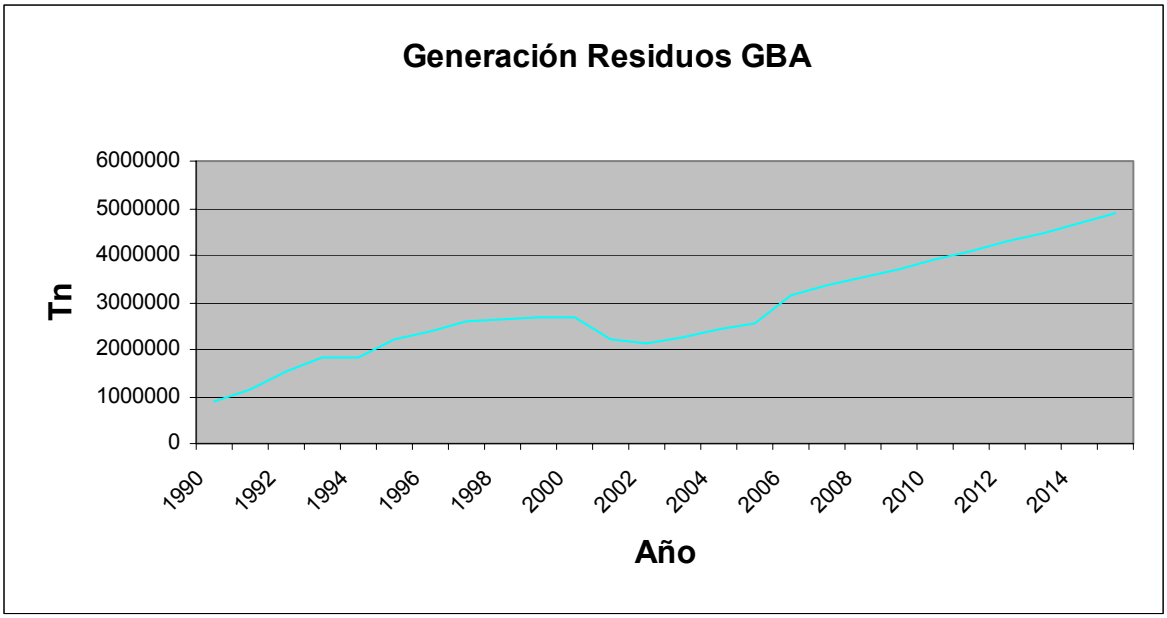


Figura 5.2.3: Proyección GBA

5.3. PROVINCIA DE BUENOS AIRES

Para realizar el pronóstico correspondiente al resto de los partidos de la Provincia de Buenos Aires, se parte de los datos obtenidos para el GBA, en donde se calcula un porcentaje de crecimiento anual, y se supone que el crecimiento de la provincia alcanza valores similares a los del GBA.

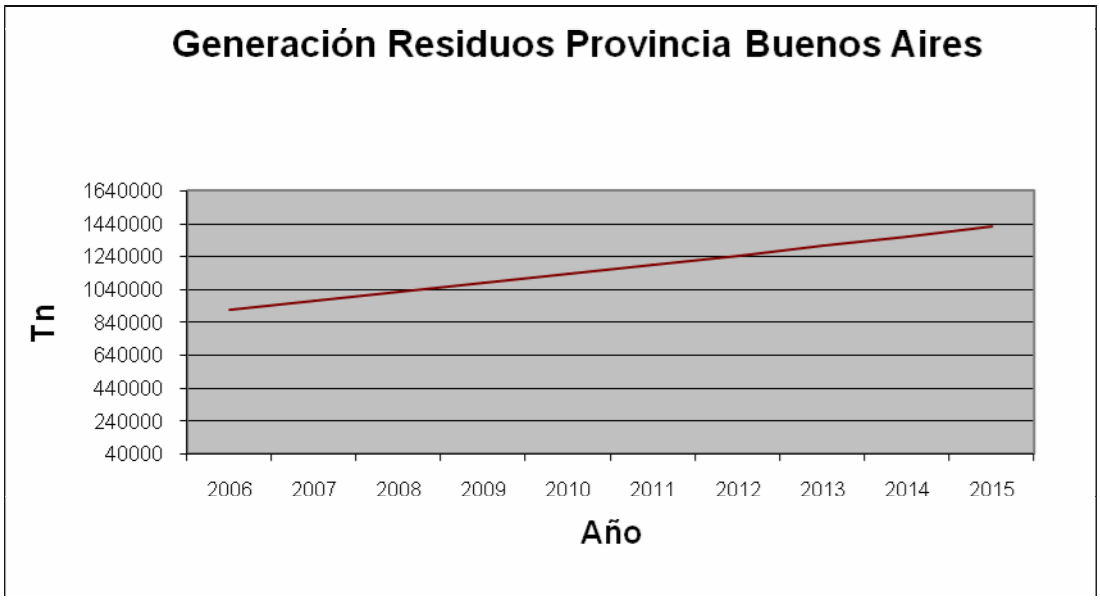


Figura 5.3-1: Generación en Provincia de Buenos Aires

5.4. GENERACION TOTAL

Se calcula la generación del total de RO de la Provincia de Buenos Aires, CBA y el GBA. Este cálculo se basa en la suma de las generaciones de cada sector individualmente, y del promedio ponderado en base a la cantidad de habitantes de cada partido (Provincia y GBA) o barrio (CBA):

$$\%RO = \frac{\sum_i Poblacion \times \%RO_{partido_i}}{\sum Poblacion_i}$$

Multiplicando el total de residuos generados por el porcentaje de RO se obtiene el total de RO generados y su proyección.

Año	Total Residuos [Tn]	% RO	Total RO Generados[Tn]
2006	7858828	39,919%	3.137.162
2007	8591569	39,919%	3.429.665
2008	9011734	39,919%	3.597.391
2009	9433921	39,919%	3.765.923
2010	9857176	39,919%	3.934.882
2011	10293490	39,919%	4.109.054
2012	10743440	39,919%	4.288.670
2013	11207382	39,919%	4.473.871
2014	11685696	39,919%	4.664.808
2015	12178786	39,919%	4.861.645

Tabla 5.4-1: Proyección total

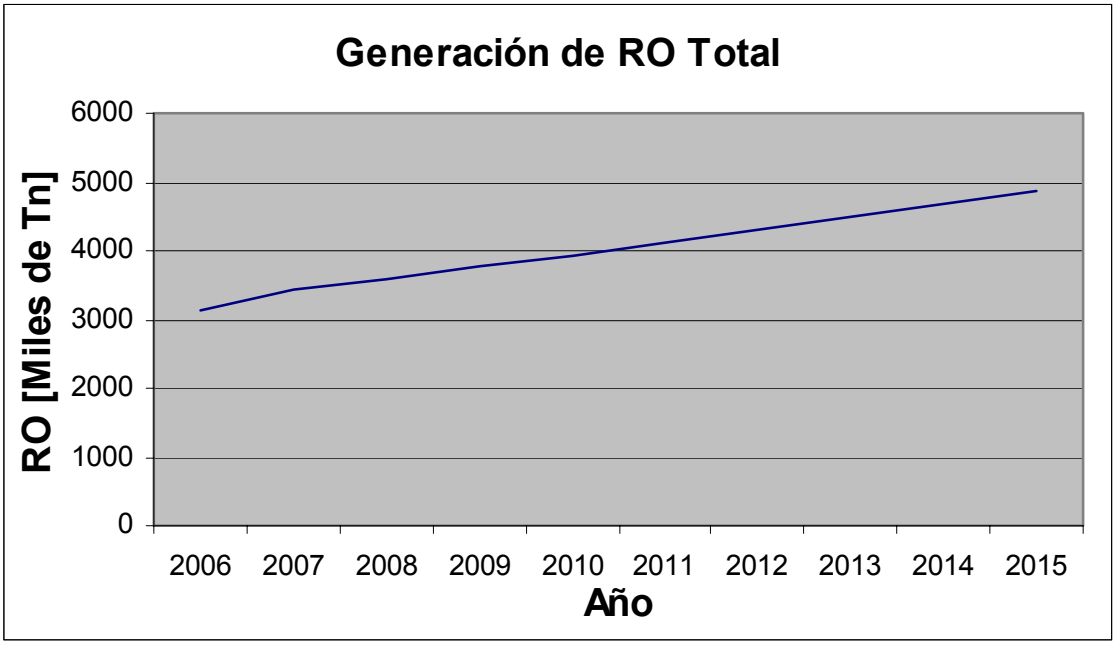


Figura 5.4-2: Generación de RO

5.5. PROYECCION DE LA GENERACION TOTAL DE RESIDUOS EN LA PROVINCIA Y CAPITAL FEDERAL

Se realiza un cuadro con todas las proyecciones de todos los partidos de la Provincia, el GBA y la CBA, en valores anuales, desde el 2007 al 2015.

A partir de ello se obtienen los porcentajes por partido de RO, RI y pilas. Cabe destacar que los porcentajes de RI y Pilas no son exactos ya que no son el objetivo del informe.

Se calcula mediante las proyecciones analizadas anteriormente, sin embargo en el caso de la Provincia de Buenos Aires, al ser la proyección calculada sobre el total, sin la división por Partido, lo que se realiza es un porcentaje de incidencia de cada partido sobre el total, para calcular la generación por partido.

En el caso del GBA, el porcentaje calculado es sobre los residuos generados durante el 2006:

$$Porcentaje_i = \frac{\mathrm{Re}siduos_{2006_i}}{\mathrm{Re}siduosTotales_{2006}}$$

En cambio, en el resto de la Provincia de Buenos Aires, el porcentaje calculado es a partir de la población de 2001:

$$Porcentaje_i = \frac{Población_{2001_i}}{PoblacionTotal_{2001}}$$

Con los valores obtenidos se calcula la generación por tipo de Residuos de la Provincia de Buenos Aires y Capital Federal, discriminada por Partido con sus cantidades correspondientes.

6. RECOLECCIÓN EN LA CBA

El 20 de Febrero del 2005 comienza a funcionar en Capital Federal el nuevo servicio de Residuos, vigente hasta el año 2009. La Ciudad se divide en seis zonas, mientras que antes había cinco. Cinco empresas y el Ente de Higiene Urbana son los encargados de recolectar la basura que producen los habitantes de la Ciudad. Cada zona está compuesta por barrios con heterogéneas características socioeconómicas y geográficas.

La empresa CLIBA tiene la concesión, de la zona 1. El consorcio Ecohábitat y EMEPA trabajan en la zona 4. Por su parte, Impsa explota la zona 6. La zona 2 es responsabilidad de AESA y Fomento de Construcciones, mientras que la zona 3 se encarga Transportes Olivos. La 5, por ley, continúa en manos del Estado, a través del Ente de Higiene Urbana.

La Zona 1 está compuesta por Balvanera, La Boca, Constitución, Montserrat, Puerto Madero, San Telmo y parte de Almagro, Barracas y Recoleta. Abarca los Centros de Gestión y Participación (CGP) o Comunas 1, 2 (norte y sur) y 3. La Compañía Latinoamericana de Ingeniería Básica Ambiental (CLIBA) se encarga de la recolección en esta Zona.

Cliba tiene a su cargo 4 centros de disposición final de los residuos y un relleno de seguridad. El relleno sanitario Norte III, de 62 hectáreas, procesa $35.840.000 Tn/año$ de residuos provenientes de la Zona 1 y los 13 municipios del conurbano bonaerense. A su vez, en este mismo predio, el Grupo opera una planta de compostaje cuya capacidad de procesamiento alcanza las 2.000 toneladas mensuales. Mediante la aplicación de tecnología de aireación forzada en silos, se procesan residuos frutihortícolas y de poda. Los otros 3 predios de disposición final que opera el grupo se encuentran en las ciudades de Neuquén, Bahía Blanca y Córdoba. Allí se procesan anualmente más de 600.000 Tn/año de residuos sólidos urbanos.

La Zona 2 la componen las comunas 13 y 14 este y oeste, que son los barrios de Palermo, colegiales, Belgrano, Núñez y parte de Villa Crespo y Chacarita. Los residuos son recolectados por Aseo y Ecología S.A. (AESA) y Fomento de Construcciones y Contratos, de Buenos Aires.

La Zona 3 está compuesta por las Comunas 4, 5 y 6. Los barrios son Soldati, Pompeya, Parque Chacabuco, Caballito, Almagro, Boedo y San Cristóbal. La

empresa URBASUR (Transportes Olivos, del Grupo ACS) se encarga de la recolección en esta zona, para la que utiliza 55 camiones. En el GBA, esta empresa se encarga de la recolección en el municipio de Vicente López, con 38 camiones entre compactadores, barredoras, volcadores, equipo roll off y camión cisterna. También Tigre con una flota de 56 camiones, San Fernando con 15 camiones y Morón con 29 camiones. Transportes Olivos cuenta con un relleno sanitario privado, situado en el Partido de Escobar, habilitado para la recepción y tratamiento final de RSU, Agropecuarios e Industriales entre otros. En la actualidad disponen sus residuos en este relleno, el Municipio de Escobar, Empresas Transportistas como Chemical, Terraclin, Ecoterra, Recic Ecological, así como Fundación Temaiken, Heladerías Munchis, Ferrum, Cinema Village, YPF, Shell, y Arcos Dorados entre otras.

Las comunas 7 y 10 componen la Zona 4, formada por Versalles, Villa Real, Villa Luro, Montecastro, Velez Sarsfield, Flores, Villa Santa Rita y Villa Devoto. NITIDA, se encarga de la recolección en la Zona 4.

Villa Riachuelo, Villa Lugano, Liniers y parte de Villa Soldati forman parte de la Zona 5, cuyos residuos son recolectados por el Ente de Higiene Urbano. Este se ocupa de la recolección domiciliaria de residuos y la limpieza y barrido de calles; realiza a pedido la recolección de residuos verdes, el retiro de residuos voluminosos y de restos de obras y demoliciones.

Las comunas 11 y 12 forman la Zona 6. Esta zona incluye a los barrios de Villa Pueyrredón, Villa Urquiza, Villa General Mitre, Agronomía, Paternal, Coghlan, Villa Ortúzar, Villa Crespo y Saavedra. INTEGRA, formada en un 60% por Industria Metalúrgica Pescarmona S.A. (IMPSA) y en un 40% por Martín y Martín S.A., recoge los residuos en esta zona.

A continuación se detalla el mapa de la Capital Federal dividido en las zonas de recolección:

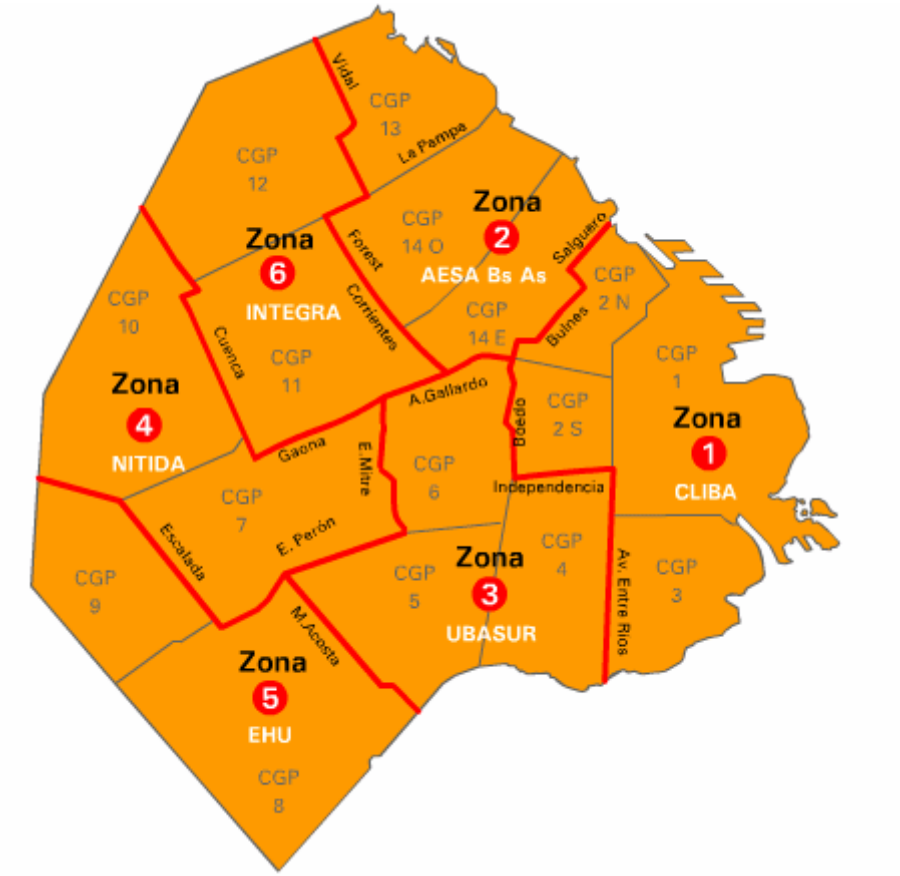


Figura 6-1: Zonas de la Ciudad de Buenos Aires

7. PLANTAS

7.1. COOPERATIVAS DE LA CIUDAD DE BUENOS AIRES

Hay distintas cooperativas en la Ciudad de Buenos Aires. Una de ellas es El Ceibo T.B. Esta es una organización de base que nace en 1989 y desarrolla sus actividades en la ciudad Autónoma de Buenos Aires. Se funda con la idea del trabajo y la producción a través de un esfuerzo coordinado. El Ceibo propone a los trabajadores asociados un cambio fundamental: participar en forma directa y legal, con lo cual se produce la reinserción de este grupo marginado en el campo laboral, los "recuperadores". Sus integrantes son recolectores callejeros que se han capacitado y profesionalizado para generar una actividad productiva, una genuina fuente formal de empleo para los recolectores y su familia basada en la recolección, separación, recuperación y comercialización de los materiales recuperables.

7.2. PLANTAS DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES

En el CEAMSE, existe una planta de tratamiento de residuos solidos urbanos, de Compost. La planta fue diseñada a fin de lograr gran versatilidad operativa, cuenta con una capacidad de tratamiento de $1200^{Tn}/_{mes}$ a $2000^{Tn}/_{mes}$ de residuos verdes y de ferias y mercados seleccionados en origen y con recolección selectiva. El proceso fue seleccionado por sus grandes ventajas ambientales, ya que permite su operación continua bajo cualquier condición climática, no requiere de volteos, no existen insectos, roedores o aves, no existe generación de olores desagradables, ya que el proceso de fermentación propiamente dicho se lleva a cabo en un digestor cerrado en el cual es introducido el material a compostar y se le agrega en forma permanente la cantidad de aire estrictamente necesario para mantener el proceso aeróbico.

Algunos de los partidos de la Provincia de Buenos Aires poseen plantas en donde se encargan de recuperar los residuos generados por sus habitantes.

En Trenque Lauquen, de categoría B, los residuos son separados en origen. Los RO son recolectados de lunes a sábado, los miércoles se suma la de inorgánicos y los domingos es casi exclusivamente de inorgánico. Entre el 67% y 80% de los residuos son orgánicos. Estos eran, inicialmente, depositados en sucesivos vertederos, que además de contaminar el suelo, agua y aire, atraía excesiva cantidad de roedores e insectos. Se calcula que $1m^2$ de residuos

expuestos genera 2.500.000 de moscas por semana. En la actualidad todos los residuos recolectados son trasladados a una planta de procesamiento de residuos sólidos urbanos y patológicos (PROLIM), que posee un tratamiento para cada tipo de residuo. Allí, los RO son picados para homogeneizar su tamaño, y luego trasladados a camas de compostaje en donde se produce la humificación de la materia orgánica. Luego de 45 días se incorpora la lombriz Roja Californiana para terminar con el tratamiento. El producto es utilizado como fertilizante natural en explotaciones intensivas, especialmente horticultura y floricultura.

En el partido de Tapalqué, de categoría C, ubicado en el centro geográfico de Buenos Aires, la Basura tiene distintos tratamientos, especialmente desde el año 1997, cuando se erradicó el basural a cielo abierto para implementar distintos métodos de tratamiento de los residuos. El modelo implementado tiene un fin fundamental, es participativo, es decir, los habitantes del partido realizan la separación de los residuos en su origen. Se tratan todos los tipos de residuos, los RO mediante el Compost y la Lombricultura, los RI se reciclan y comercializan en industrias recicladoras, y los patogénicos son incinerados y sus cenizas son tratadas de la misma manera que las pilas.

En Coronel Pringles, Provincia de Buenos Aires, se separan los residuos en origen según si son del tipo RO o RI. Los mismos son trasladados a una planta de tratamiento para luego ser volcados en una rampa de acceso al sector donde serán reclasificados. Luego, según el tipo de residuo del que se trate se les darán distintos destinos: Incineración de los Residuos Patógenos, Compost de los RO en cámaras de compostaje, aplicándoles riego por goteo, para la posterior comercialización del fertilizante natural, y compactación y almacenaje en boxes de RI, los cuales se comercializan por Kg. La capacidad de procesamiento es de 60tn por día.

Desde el año 1991 en Laprida, Provincia de Buenos Aires, funciona la primera planta de Tratamiento de Residuos Sólidos Urbanos. Uno de sus objetivos fundamentales es el de promover la participación comunitaria generando un cambio de hábitos en el cuidado del medio ambiente. La creación de esta planta trajo consigo muchos beneficios: beneficio ecológico, económico, social y paisajístico. En la planta se clasifican los residuos según su naturaleza, para que luego los RO sean triturados, y depositados en playas de compostaje para su fermentación y posterior lombricultura. Todos los distintos tipos de residuos son tratados allí, además de los RO.

Recientemente en la Ciudad de Buenos Aires se instaló una planta separadora de residuos. La instalación de la planta demandó más de cinco años y una inversión superior al millón de pesos. Esta será operada por la Cooperativa Ecológica de Recicladores del Bajo Flores (Cerbaf), integrada por 38 cartoneros.

Con respecto al proceso, éste consta con una tolva, por donde se introducen las bolsas de basura, y una cinta, por donde circulan los materiales. Un mecanismo rompe las bolsas y, a cada lado de las cintas, los operarios se ocupan de separar cartones de botellas de plástico(PET) y de vidrio. Previamente, un imán atrae los materiales con hierro y al final se clasifican los de plásticos, aluminio y otros. Los materiales que llegarán a la planta son producto de la recolección diferenciada que se hace en los edificios con más de 20 pisos, en las escuelas y hospitales de la ciudad, en los hoteles de cuatro y cinco estrellas y en la zona de Puerto Madero. Esos son los únicos lugares de la ciudad donde, por contrato, se hace separación en origen entre residuos secos y húmedos.

En el partido de Mercedes, existe una planta de tratamiento de RSU en donde se procesan $900 Tn/mes$ de RO, produciendo $450 Tn/mes$ de Lombricompuesto. También allí se procesan $600 Tn/mes$ de RI, reciclando un 95% del mismo. Unas $30 Tn/mes$ de material inservible se depositan en un relleno sanitario, y se capturan $1800 m^3/mes$ de gas metano.

En Rauch, existe una Planta de Tratamiento con un sector dedicado específicamente al Compost (Ver 8. Compost), que cuenta con plataformas de 3,50 por 15 metros, un tinglado para el zarandeo y depósito del lombricompuesto, y una amplia superficie destinada a camellones. La Unidad de Reciclado de Residuos Rauch (URRA!), nace como respuesta concreta a la necesidad de una política ambiental que apunta a tratar la cuestión de los residuos antes que se convierta en un problema. De manera de poder desarrollar una buena relación entre sociedad y naturaleza.

La municipalidad de Junín instalará una planta de tratamiento integral de residuos sólidos urbanos (RSU) que procesará diariamente 250 toneladas de residuos, conjuntamente con Municipios vecinos. Con características de RSU provenientes de: domicilios, industria, comercio, etc. En forma mecánica y manual, a través de distintas tecnologías. Los residuos orgánicos, a medida

que se separan, son depositados en los biodigestores, donde se inicia el proceso de descomposición de los orgánicos por la acción de bacterias anaerobias, dando por resultado una mezcla de gases de los cuales el metano es su principal componente.

7.3. PLANTAS DEL MUNDO

En España existen tres grandes plantas de tratamiento de residuos: Villanueva de la Cañada y Migas Calientes en Madrid, y Denia en Alicante.

En Villanueva de la Cañada, existe una planta de tratamiento de RO con una capacidad de 30000 toneladas anuales, produce hasta 14000 toneladas al año de un Fertilizante con elevada calidad agronómica. Una vez que los residuos orgánicos son recibidos, se realiza un desfibrado y una trituración, para luego mezclarlos. Se los deja 5 días a fermentar, luego pasarán 5 semanas más para la maduración dinámica y por último otras 12 semanas más para la maduración estática.

Otra planta de Compostaje muy importante en España es la de Valdemingómez, en donde se encuentra el que ha sido el más extenso relleno sanitario de España, una superficie de 100 hectáreas que acumuló desperdicios desde 1970 hasta 2002, año en que el Ayuntamiento de Madrid decidió sellarlo para cumplir la normativa europea que regula la emisión de gas metano en vertederos. Bajo el vertedero, 40 kilómetros de tuberías mueven el biogás que se extrae de la descomposición de la materia orgánica y lo llevan hasta la planta de la Galiana, donde se genera energía eléctrica. El 15% se utiliza en Valdemingómez para autoconsumo mientras que el 85% restante se exporta a la red. Posee un avanzado sistema para la recuperación y posible reutilización de los residuos así como para su destrucción y vertido controlado. Valdemingómez consta de tres plantas: Las Lomas, La Paloma y Las Dehesas, siendo ésta última una eco-instalación de nueva construcción. En la planta de compostaje, con una superficie de 52.265 m2, la materia orgánica fermenta tras un proceso de oxigenación (proceso conocido como aireación), que dura cuatro semanas. Así se obtiene compost, que sirve como abono en agricultura, y también los llamados lixiviados, que son los líquidos que sueltan las basuras en su proceso de descomposición. En Valdemingómez, los lixiviados son reutilizados, puesto que aplicándoles un ácido, se transforman en agua que se utiliza para el riego de los jardines y otras actividades industriales.

En el Estado de Massachussets, Estados Unidos, en el año 2003, un total de treinta restaurantes y cinco colegios reciclaban sus propios restos de alimento orgánico, totalizando ocho toneladas y media por semana.

8. COMPOST

8.1. CARACTERISTICAS GENERALES

El compost se obtiene industrialmente por la transformación biológica de la materia orgánica que contienen los residuos. De esta transformación resulta un producto orgánico de características importantes, que sitúa al compost en un lugar destacado en la fertilización de todo tipo de terrenos agrícolas, tanto por la mejora del suelo como soporte fisicoquímico, como en relación con la capacidad de retención de agua y otras ventajas que aumentan su fertilidad inicial.

"Durante el proceso de compostaje, si se mantienen las condiciones adecuadas para que las bacterias y otros organismos hagan su labor, se desarrolla un proceso biológico en el que se transmuta la materia original desechada en abono o humus." **[Robles Blanco, 2007].**

Los restos urbanos procedentes de cocinas, como restos de frutas, verduras, animales e infusiones, así como también residuos de mataderos, desechos de animal, restos de cosechas, restos de poda y jardinería, malas hierbas y complementos minerales entre otros son las materias primas principales del Compost.

Todos los restos de alimentos vegetales, los restos de plantas y el césped cortado, inician una mutación de su forma primaria y van adquiriendo la textura y el color del compost. Un factor que no hay que omitir es la eliminación de los microorganismos patógenos durante el proceso, ya que muchos de los residuos a compostar pueden contenerlos, por lo que se considera un sistema efectivo aquél que además de transformar toda la materia, la ha sometido durante un tiempo suficiente a las condiciones consideradas como letales para los citados microorganismos. Dicho proceso dura 45 días.

En el CEAMSE se realiza este proceso, dura 25 días, ya que utiliza un contenedor cerrado, donde se establece un proceso aerobio acelerado para generar compost, lo que permite desarrollarlo en menor cantidad de tiempo.

El proceso de compostaje consta de dos fases:

1. **Fase termófila:** En esta etapa se produce un aumento progresivo de la temperatura del material a compostar. Hacia los 70º C cesa prácticamente la actividad microbiana. En este punto es necesaria una aireación del compost que provoca el reinicio del proceso, con la aparición de microorganismos mesófilos, incremento de la temperatura y reaparición de microorganismos termófilos. Durante estos cambios de

temperatura las poblaciones bacterianas se van sucediendo unas a otras. Este ciclo se mantiene hasta que, debido al agotamiento de nutrientes, la temperatura ya no alcanza estos valores.

2. **Fase de maduración**: En esta etapa ya no se producen las variaciones tan acusadas de temperatura obtenidas en la fase anterior debido a la limitación de nutrientes, desarrollándose tanto organismos mesófilos como termófilos, con un descenso importante de la actividad microbiana. **[Solans Lampurlanés, 2007]**

8.2. PROPIEDADES

El Compost es una fuente natural de nitrógeno, fósforo y azufre, y contiene una gran carga de enzimas y bacterias que permite a sus nutrientes ser inmediatamente asimilados por las raíces de césped, plantas y árboles. Además, permanecen más tiempo en el suelo aunque sea regado.

El enriquecimiento del suelo con el compost confiere además estas ventajas:

- Acelera la germinación de las semillas y el desarrollo de los plantones.
- Realza el aspecto saludable de las plantas, árboles y arbustos.
- Previene enfermedades en los transplantes y disminuye el efecto de heridas o cambios bruscos de temperatura y humedad.
- Favorece la formación de pequeños hongos que actúan en las raíces en simbiosis con las plantas.
- Es un antibiótico, aumenta la resistencia de las plantas a las plagas y agentes patógenos.
- Su PH neutro lo hace ideal para ser usado en plantas delicadas
- Aporta y contribuye al mantenimiento y desarrollo de la micro flora y micro fauna del suelo.
- Facilita la absorción de los elementos nutritivos por parte de la planta.
- Transmite directamente del terreno a la planta, hormonas, vitaminas, proteínas y otras fracciones humificadoras.
- Aporta nitrógeno, fósforo, potasio, azufre, boro y los libera gradualmente, e interviene en la fertilidad física del suelo porque aumenta la superficie activa y evita su desgaste.
- Mejora las características del suelo, desligando arcillas y agregando arenas.
- Neutraliza presencias contaminadoras, (herbicidas, etc.).
- Mejora las características químicas del suelo, su calidad y las propiedades biológicas de su producción.
- Aumenta la resistencia a las heladas y la retención de agua.

8.3. COMPOSICIÒN

El compostaje más rápido tiene lugar cuando hay una relación carbono-nitrógeno(C/N) de entre 25/1 y 30/1, es decir, que exista entre 25 y 30 veces más carbono que nitrógeno. Por ello, muchas veces se mezclan distintos componentes de distintas relaciones C/N. El césped tiene una relación de 19/1 y las hojas secas de 55/1. Mezclando ambos en partes iguales se obtiene una materia prima óptima. También es necesaria la presencia de celulosa (fuente de carbono) que las bacterias transforman en azúcares y energía, así como las proteínas (fuente de nitrógeno) que permiten el desarrollo de las bacterias.

- Son fuentes de carbono la paja y hojas secas, astillas y aserrín, y algunos tipos de papel y cartón sin tintas.
- Son fuentes de nitrógeno la materia vegetal verde (residuos de cosecha, césped, ramas), estiércol, restos de frutas y verduras, algas, café, etc.

Se entiende por pila de compost al agrupamiento de la materia orgánica en montones, generalmente en forma triangular, con un ancho de 3m, una altura máxima recomendada de 2,7m (para este proyecto es de 1m de alto) y sin limite en cuanto a la longitud. Una pila de compost efectiva debe tener una humedad comprendida entre el 40 y el 60%. Ese grado de humedad es suficiente para que exista vida en la pila de compost y las bacterias puedan realizar su función. Si el contenido de humedad es mayor, el agua hará que el proceso se vuelva anaeróbico, en cambio si es menor, disminuirá la actividad de la pila y el proceso se volverá más lento.

Espolvorear cal en pequeñas cantidades puede controlar la aparición de un excesivo grado de acidez que reduzca la velocidad de fermentación. Las algas proporcionan importantes micros nutrientes, mientras que algunas rocas pulverizadas proporcionan minerales, al contrario que la arcilla. El PH de la reacción debe ser en función de la capacidad de tolerancia de las bacterias que actúan en la misma, de entre 6 y 7,5.

El compostaje, al ser una reacción aeróbica, requerirá, esencialmente, de la concentración de oxígeno y de la temperatura, humedad, textura y frecuencia de volteo.

8.4. TIPOS DE COMPOST

Existen distintos métodos para la obtención del Compost, que pueden ser clasificados en dos grupos:

1. Sistemas abiertos: Es el sistema más generalizado. Se basa en la realización de pilas con diferentes sistemas de aireación. Los materiales a compostar se han de apilar sin que se compriman excesivamente para

permitir que el aire quede retenido. Los montones o pilas pueden ser aireados por volteo. La frecuencia de los volteos depende del tipo de materiales a compostar, de la humedad y de la rapidez con la que se desea que se realice el proceso; para establecer esta frecuencia es preciso controlar la temperatura de la pila o bien fijarse si se desprenden malos olores. Se establece para este proyecto que la frecuencia de volteo es semanal. El volteo puede ser manual o con volteadoras. El lugar donde se disponen las pilas debe estar pavimentado, o cubierto con arcilla compactada, dotado de un sistema de captación de lixiviados, aguas de lluvia, y disponer de un estanque de estabilización. El proceso dura 45 días.

2. Sistemas cerrados: Se basa en la utilización de un reactor o digestor. Los principales sistemas cerrados de compostaje son: en tambor, en túnel, en contenedor y en nave. Son sistemas que tienen unos costos de instalación superiores al de las pilas, pero presentan la ventaja de permitir un control total de las condiciones necesarias, son más rápidos y requieren menos espacio para tratar el mismo volumen de residuos. Normalmente el compost que se produce en el interior del reactor no alcanza un correcto estado de maduración, por lo que posteriormente se le somete a un proceso de compostaje en pilas de poca duración que recibe el nombre de "maduración". [*Solans Lampurlanés, 2007*].

El método seleccionado en este proyecto es el primero, ya que se requiere una menor inversión en equipos y maquinaria, pero una mayor inversión en terreno, ya que al ser más duradero el proceso se requiere mayor superficie. A su vez también contribuye a un mayor empleo de mano de obra no calificada.

9. LOMBRICULTURA

La lombricultura se basa en la crianza de lombrices, las que luego se utilizan con distintos fines. A lo largo de la historia se ha utilizado a la lombriz principalmente para el negocio de la pesca, pero en la actualidad éste es el uso menos común de la misma.

La carne de lombriz se puede utilizar como harina de alto valor proteico (se utiliza en la elaboración de hamburguesa entre otros). También se utiliza en la industria farmacéutica para elaborar antibióticos.

El uso más relevante para el desarrollo de este trabajo es el referente a la producción de humus, ligado al reciclado de basura, que transforma a la misma en el más rico fertilizante orgánico.

Las lombrices son animales invertebrados del tipo anélidos, o sea, gusanos segmentados. Son hermafroditas y depositan sus huevos protegidos en una cápsula llamada cocón.

En la actualidad se conocen entre 6 y 7 mil especies diferentes de lombrices, siendo la más conocida la Lumbricus Terrestris (lombriz de tierra); ésta vive exclusivamente en la tierra y se alimenta de la materia orgánica descompuesta presente en los suelos. En estado adulto llega a medir entre 9 y 30 cm. de largo. Su apareamiento se produce generalmente cuando asoman a comer a la superficie, mientras que la puesta de huevos se realiza a razón de un cocón por animal cada 45 a 60 días. Vive de 4 a 5 años.

No todas las especies son aptas para la cría. La mayoría, requiere condiciones muy precisas y difíciles de lograr. Sin embargo existe una especie, llamada Eisenia Foétida, conocida como lombriz roja californiana, que es la que mejor se adapta al cautiverio. En estado adulto mide entre 3,5 cm. y 8,5 cm. de largo, y en raros casos llega hasta 13 cm. Su peso oscila entre 0,4 y 0,6 gramos, si bien en condiciones apropiadas de cría, se logran ejemplares que pueden alcanzar 1 gramo.

Es muy voraz, llegando a comer hasta el 90 % de su propio peso por día. De esta ingesta, excreta entre el 50 y 60 % de lo ingerido, generando de esta forma un nutriente natural de altísima calidad, conocido como lombricompuesto o humus de lombriz.

Estas lombrices son muy prolíficas. Se aparean semanalmente, poniendo un cocón por lombriz cada diez días, refiriéndonos siempre a lombrices adultas. Estos huevos eclosionan a las 2 ó 3 semanas de puestos y dan a luz entre 2 y 20 lombrices cada uno. Estas recién nacidas alcanzan la madurez sexual luego

de 6 a 10 semanas. Son inmunes a las enfermedades y tienen una increíble capacidad de regeneración. La longevidad de esta especie se estima en alrededor de 15 ó 16 años. Cuando la cría se realiza con todos los cuidados, se obtienen los mejores resultados.

Las lombrices ingieren cualquier tipo de alimento orgánico, ya sea residuos de comida, pasto, estiércol, cáscara de cereales, aserrín, restos de cosechas, hueso, cáscara de huevo entre otros. Cuanto mayor es la variedad de material mejor será el humus obtenido.

Toleran un rango de temperatura entre 10ºC y 30ºC.

Los excrementos de la lombriz contienen cinco veces más nitrógeno, siete veces más fósforo, cinco veces más potasio y dos veces más calcio que el material orgánico que ingirieron.

9.1. EL PROCESO

El proceso de lombricultura, al requerir grandes superficies para su desarrollo, es un proceso optativo para cada una de las Plantas, o Centros de Reconversión de Residuos (CRR), que este proyecto prevé para la Provincia de Buenos Aires.

Para que el proceso sea el correcto, se deben cuidar muchos factores clave, y mantenerlos dentro de un rango de valores específico.

La humedad es un factor de mucha importancia que influye en la reproducción, y que debe estar entre el 70 y 80%. Humedad superior al 85% hace que las lombrices entren en un período de latencia y se afecta la producción del compost producto de lombricultura (Vermicompost) y la reproducción. Debajo de 70 % de humedad es una condición desfavorable, mientras que niveles de humedad inferiores al 55 % son mortales para las lombrices.

La temperatura es otro de los factores que influyen en la reproducción, producción y fecundidad de las cápsulas. Una temperatura entre 18ºC a 25ºC grados centígrados es considerada óptima.

La lombriz acepta sustratos con pH de 5 a 8.4.

Las cunas consisten en colocar una capa de sustrato sobre el piso de un máximo de 1,5 metros de ancho, de la longitud requerida, que en este caso es de 20 metros, y de 10 cm de alto. Se coloca un kilogramo de lombrices por

cada metro de lecho, y cada vez que se necesite alimento hay que proporcionárselo en capas de 10 cm.

Antes de poner a las lombrices en contacto directo con el alimento en las camas, se debe asegurar que la fermentación del material se haya ultimado, para lo cual se procede a realizar una prueba de supervivencia: se coloca, en una caja de prueba, suficiente cantidad del alimento preparado hasta tener un grosor de 10 cm, se colocan 50 lombrices en el centro de la caja y se riega adecuadamente. Las lombrices se introducen solas. Pasadas 48 horas se verifica que las lombrices se encuentren en condiciones óptimas. Si mueren más de 2indica que el alimento no reúne las características adecuadas y hay que proceder a realizar las oportunas correcciones. Por el contrario, si al menos 48 lombrices están vivas y se han distribuido satisfactoriamente en el medio, el alimento ha sido correctamente preparado y se puede proceder a suministrar el alimento a los anélidos. El paso siguiente requerirá colocar unos 10 cm de sustrato en la pila y se agregarán las lombrices.

Dicha superficie debe tener un desnivel con buen drenaje para evitar la acumulación de agua en época de lluvia o debido al riego. La cuna no debe pasar de una altura de 60 cm para evitar una fermentación anaerobia que haría perder calidad al lombricompuesto.

El manejo de camas consiste en alimentar, proporcionar agua y proteger a las lombrices.

Una vez que las camas están inoculadas con lombrices, pasará un tiempo de 7 días para que consuman el sustrato dependiendo de la cantidad de alimento y la densidad de población.

Para la cosecha de lombrices es necesario que las camas estén llenas y el alimento totalmente consumido, realizándose de distintas formas según el tipo de cultivo. Por ejemplo, en cunas se retrasa la alimentación por lo menos 4 días y luego se ofrece alimento en cantidad normal, razón por la cual la lombriz se concentra en la superficie.

Al cabo de 2 o 3 días, una vez poblada la superficie, se procede a retirarlas manualmente. Este procedimiento se repite dos veces más para separar la mayoría de la población de lombrices.

10. TRANSPORTE DE RESIDUOS

El transporte y la recolección domiciliaria de los residuos en cada uno de los lugares se realizan de la misma manera que la recolección actual.

En los partidos de la provincia se recolecta mediante camiones operados por distintas empresas. La única diferencia que se identifica con respecto a la situación actual es el destino final de los residuos. Estos se transportaran hasta las CRR, en lugar de transportarse al lugar de disposición final actual, que por lo general son los rellenos sanitarios.

Hay distintas empresas encargadas de la recolección de Residuos en la Capital Federal (Ver Punto 6: Recolección en la Ciudad de Buenos Aires).

Con la incorporación de los CRR se aprovecha el actual sistema de recolección y transporte de residuos, por lo tanto no se requiere ningún tipo de inversión en este aspecto.

11. UBICACIÒN DE LAS PLANTAS

La ubicación de los CRR se elegirá en función de los distintos partidos de la provincia de Buenos Aires, tomando en cuenta localidades con características similares, ya sean urbanos o rurales, densamente, medianamente o poco poblados y según su cercanía geográfica unos con otros. A partir de esta organización se obtendrán las zonas dentro del mapa para ubicar los CRR.

Liego se dividirá a la provincia en 24 zonas, de la A a la W y cada zona poseerá uno o más Partidos de la provincia de Buenos Aires.

Zona A:

1. Carlos Tejedor
2. Florentino Ameghino
3. General Villegas
4. Rivadavia

Zona B:

1. Bragado
2. General Pinto
3. General Viamonte
4. Junín
5. Leandro N. Alem
6. Lincoln

Zona C:

1. Arrecifes
2. Chacabuco
3. Colón
4. General Arenales
5. Pergamino
6. Rojas
7. Salto

Zona D:

1. Baradero
2. Campana
3. Capitán Sarmiento
4. Carmen de Areco
5. Exaltación de la Cruz
6. Ramallo
7. San Andrés de Giles

8. San Antonio de Areco
9. San Nicolás
10. San Pedro
11. Zárate

Zona E:

1. Alberti
2. Cañuelas
3. Chivilcoy
4. General Las Heras
5. Lobos
6. Luján
7. Mercedes
8. Navarro
9. Suipacha

Zona F:

1. Chascomús
2. General Belgrano
3. General Paz
4. Monte
5. Pila
6. Punta Indio

Zona G:

1. Las Flores
2. Roque Pérez
3. Saladillo

Zona H:

1. 25 de Mayo
2. 9 de Julio
3. Carlos Casares

Zona I:

1. Bolívar
2. Daireaux
3. Hipólito Irigoyen
4. Pehuajó

Zona J:

1. Guaminí

2. Pellegrini
3. Salliqueló
4. Trenque Lauquen
5. Tres Lomas

Zona K:

1. Adolfo Alsina
2. Roque Pérez

Zona L:

1. Puán
2. Tornquist

Zona M:

1. Villarino

Zona N:

1. Patagones

Zona O:

1. Coronel Suárez
2. Laprida
3. General La Madrid

Zona P:

1. Bahía Blanca
2. Cnel de Marina Rosales
3. Coronel Borrego
4. Coronel Pringues
5. Monte Hermoso

Zona Q:

1. Tapalqué
2. Olavarría

Zona R:

1. Azul
2. Rauch

Zona S:

1. Adolfo Gonzales Chaves
2. Benito Juárez
3. San Cayetano

4. Tres Arroyos

Zona T:

1. Ayacucho
2. Tandil

Zona U:

1. General Alvarado
2. Lobería
3. Necochea

Zona V:

1. Balcarce
2. General Juan Madariaga
3. General Pueyrredón
4. Mar Chiquita
5. Pinamar
6. Villa Gesell

Zona W:

1. Castelli
2. Dolores
3. General Guido
4. General Lavalle
5. La Costa
6. Maipú
7. Tordillo

Zona X:

1. Almirante Brown
2. Avellaneda
3. Berazategui
4. Berisso
5. Brandsen
6. Capital Federal
7. Ensenada
8. Escobar
9. Esteban Echeverría
10. Ezeiza
11. Florencio Varela
12. General Rodríguez
13. General San Martín

14. Hurlingham
15. Ituzaingó
16. José C. Paz
17. La Matanza
18. La Plata
19. Lanús
20. Lomas de Zamora
21. Magdalena
22. Malvinas Argentinas
23. Marcos Paz
24. Merlo
25. Moreno
26. Morón
27. Pilar
28. Presidente Perón
29. Quilmes
30. San Fernando
31. San Isidro
32. San Miguel
33. San Vicente
34. Tigre
35. Tres de Febrero
36. Vicente López

Y separando por zonas, los totales:

Zona	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	**Total**
Nº Partidos	4	6	7	11	9	6	4	3	4	5	2	2	1	1	3	5	2	2	4	2	3	6	7	36	135

Tabla 11-1: Cantidad de partidos por zona

Una vez dividida la provincia en zonas, se calcula la generación total de cada una y la proporción de residuos que cada una genera, anualmente hasta el año 2015.

Se coloca una CCR por zona, a excepción de la Zona X, que es la que concentra más del 70% de los residuos totales de la provincia.

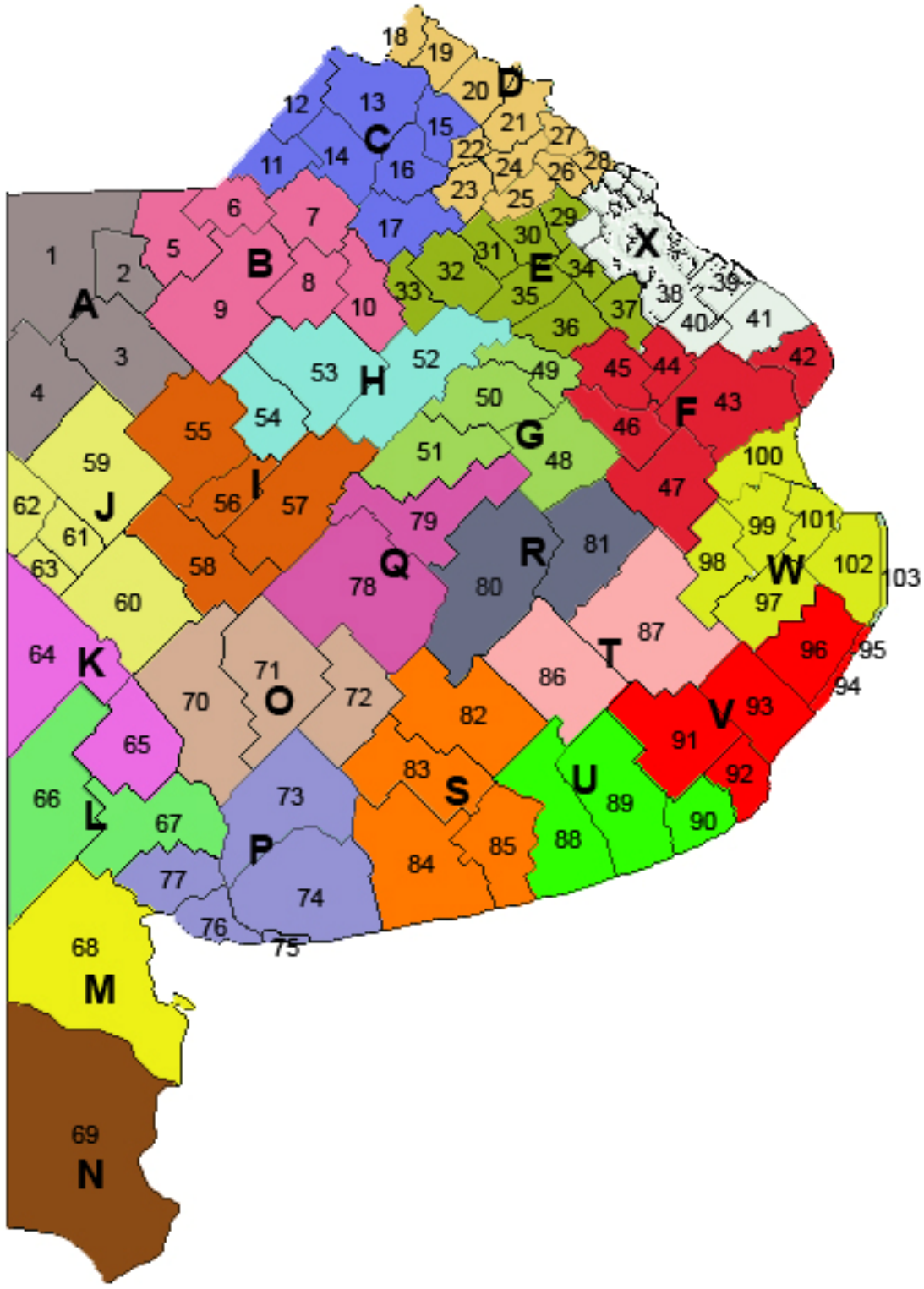


Figura 11-2: Provincia de Buenos Aires Dividido en Zonas

11.1. ZONA X

La Zona X, al ser una zona compuesta por 36 partidos, concentra más del 70% de la generación de residuos totales de la provincia.

En consecuencia, dicha zona concentra 5 CCR, recibiendo cada una un quinto del total de los residuos para optimizar los costos de transporte.

Sin embargo, la ubicación de los CRR y el layout de los mismas, no compete al desarrollo de este trabajo, ya que dependerá de la disposición de predios municipales.

En los siguientes capítulos se consideran los valores de los 5 CRR en conjunto.

12. GENERACION POR ZONA

Se calcula la generación total por zonas de los distintos tipos de residuos, partiendo de los cálculos realizados por partido en el punto **5. Estimación**. No se considera a las pilas en estos cálculos, ya que tienen otro tipo de tratamiento y se tratan en un circuito aparte.

12.1. GENERACION DE RESIDUOS ORGANICOS

Para el cálculo de la generación de RO se parte de los datos estimados totales por año y los respectivos porcentajes de generación de RO según cada partido en particular.

$$GeneraciónRO_i = GeneraciònTotal \times \%RO_i$$
$$GeneraciónTotalZonaRO_{Xi} = \sum_X GeneraciónTotal_i \times \%RO_i$$

Se realiza el mismo cálculo anualmente desde el 2007 hasta el 2015.

12.2. GENERACIÓN DE OTROS RESIDUOS

De los porcentajes de generación para cada tipo de residuo, excluyendo los RO, aplicado para la Capital Federal de obtiene la tasa de generación de los distintos tipos de Residuos:

$$GeneraciónTotalZonaRPatogenos_{Xi} = \sum_X GeneraciónTotal_i \times 0{,}41\%$$
$$GeneraciónTotalZonaRPeligrosos_{Xi} = \sum_X GeneraciónTotal_i \times 1{,}24\%$$
$$GeneraciónTotalZonaRConstrucción_{Xi} = \sum_X GeneraciónTotal_i \times 1{,}70\%$$

Y el cálculo para los Residuos Orgánicos por zona será:

$$GeneraciónRO_i = GeneraciónTotal_i - \sum_j GeneraciónTotal\,\mathrm{Re}siduos_{j\,i}$$

	Toneladas Anuales Residuos Totales								
Zona	**2007**	**2008**	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**
A	41.735	44.013	46.302	48.597	50.961	53.399	55.912	58.502	61.172
B	140.052	147.698	155.380	163.079	171.014	179.195	187.628	196.320	205.277
C	170.529	179.838	189.192	198.567	208.229	218.190	228.458	239.041	249.947
D	344.951	363.782	382.702	401.666	421.210	441.360	462.130	483.538	505.599
E	220.132	232.149	244.223	256.325	268.797	281.656	294.910	308.572	322.651
F	61.517	64.875	68.249	71.631	75.116	78.710	82.414	86.232	90.166
G	48.782	51.446	54.121	56.803	59.567	62.417	65.354	68.381	71.501
H	66.388	70.013	73.654	77.304	81.065	84.943	88.941	93.061	97.307
I	62.170	65.563	68.973	72.391	75.914	79.545	83.289	87.147	91.123
J	47.897	50.511	53.138	55.772	58.485	61.283	64.167	67.140	70.203
K	23.405	24.683	25.967	27.253	28.579	29.947	31.356	32.808	34.305
L	18.315	19.315	20.320	21.327	22.364	23.434	24.537	25.674	26.845
M	17.259	18.201	19.148	20.097	21.075	22.083	23.122	24.193	25.297
N	18.184	19.177	20.174	21.174	22.204	23.266	24.361	25.489	26.652
O	37.422	39.464	41.517	43.574	45.695	47.880	50.134	52.456	54.849
P	254.870	268.784	282.763	296.776	311.216	326.104	341.450	357.267	373.568
Q	73.064	77.053	81.061	85.077	89.217	93.485	97.884	102.419	107.092
R	50.397	53.148	55.912	58.683	61.538	64.482	67.516	70.644	73.867
S	63.032	66.473	69.930	73.395	76.967	80.649	84.444	88.356	92.387
T	83.167	87.707	92.268	96.841	101.553	106.410	111.418	116.579	121.898
U	91.444	96.436	101.451	106.479	111.659	117.001	122.507	128.182	134.030
V	447.300	471.718	496.252	520.844	546.187	572.315	599.248	627.007	655.615
W	72.455	76.410	80.384	84.367	88.472	92.705	97.067	101.564	106.198
X	6.137.103	6.423.277	6.710.841	6.999.153	7.296.404	7.602.982	7.919.135	8.245.126	8.581.236
Total	**8.591.569**	**9.011.734**	**9.433.921**	**9.857.176**	**10.293.490**	**10.743.440**	**11.207.382**	**11.685.696**	**12.178.786**

Tabla12.2-1: Generación Total de Residuos por Zona y por año en la Provincia de Buenos Aires (En TN)

TOTAL DE RESIDUOS ORGANICOS GENERADOS EN TONELADAS										
Zona	**Partidos**	**2007**	**2008**	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**
A	4	25.997	27.416	28.842	30.271	31.744	33.262	34.828	36.441	38.104
B	6	76.808	81.001	85.213	89.436	93.788	98.274	102.899	107.666	112.578
C	7	94.632	99.798	104.989	110.192	115.553	121.081	126.779	132.652	138.704
D	11	157.963	166.586	175.250	183.935	192.884	202.111	211.623	221.426	231.529
E	9	106.226	112.025	117.851	123.691	129.710	135.915	142.311	148.903	155.697
F	6	39.701	41.868	44.045	46.228	48.477	50.797	53.187	55.651	58.190
G	4	31.340	33.051	34.770	36.493	38.268	40.099	41.986	43.931	45.936
H	3	44.823	47.270	49.728	52.193	54.732	57.350	60.049	62.831	65.698
I	4	41.551	43.819	46.098	48.382	50.736	53.163	55.665	58.244	60.901
J	5	30.744	32.422	34.108	35.798	37.540	39.336	41.187	43.095	45.061
K	2	14.921	15.735	16.554	17.374	18.219	19.091	19.989	20.915	21.870
L	2	11.313	11.930	12.551	13.173	13.813	14.474	15.155	15.857	16.581
M	1	11.003	11.603	12.207	12.812	13.435	14.078	14.740	15.423	16.127
N	1	11.592	12.225	12.861	13.498	14.155	14.832	15.530	16.250	16.991
O	3	24.356	25.686	27.021	28.360	29.740	31.163	32.630	34.141	35.699
P	5	105.200	110.943	116.713	122.497	128.457	134.602	140.937	147.465	154.194
Q	2	29.147	30.738	32.337	33.939	35.591	37.293	39.048	40.857	42.721
R	2	21.721	22.906	24.098	25.292	26.522	27.791	29.099	30.447	31.836
S	4	30.103	31.746	33.397	35.052	36.758	38.516	40.328	42.197	44.122
T	2	35.158	37.078	39.006	40.939	42.931	44.985	47.102	49.284	51.532
U	3	44.639	47.076	49.525	51.979	54.508	57.115	59.803	62.574	65.429
V	6	193.268	203.818	214.419	225.044	235.994	247.284	258.921	270.915	283.276
W	7	35.405	37.338	39.280	41.227	43.233	45.301	47.433	49.630	51.894
X	36	2.378.109	2.489.188	2.600.805	2.712.713	2.828.090	2.947.086	3.069.798	3.196.329	3.326.786
		3.595.718	3.773.266	3.951.667	4.130.517	4.314.880	4.505.001	4.701.028	4.903.123	5.111.454

Tabla 12.2-2: Generación de RO por Zona y por año en la Provincia de Buenos Aires

13. CANTIDAD DE OPERARIOS POR ZONA POR TURNO

Para calcular la cantidad de operarios necesarios para la separación de los residuos en cada CRR de cada zona de la Provincia de Buenos Aires se recurre a datos estándares obtenidos de una planta de separación.

Se sabe que en una planta promedio, en donde trabajan 16 operarios en un turno, se procesan $100^{Tn}/_{día}$ de Residuos, lo que significa que cada operario procesa diariamente $\frac{100^{Tn}/_{día}}{16 operarios} = 6.25^{Tn}/_{Operario \times turno}$.

Este valor toma ese estándar para el cálculo de la cantidad de operarios, indiferentemente del tipo de Residuos que deban procesar.

Se asume como supuesto, que al ser los porcentajes de generación de residuos patógenos, peligrosos y de construcción sumamente inferior al de RO e RI, los operarios que deban separar estos tipos de residuos, lo harán sin separarlos individualmente, sino en su conjunto.

Otro supuesto importante a tener en consideración es que al haber una cinta ancha, y al estar los operarios ubicados a ambos lados de la misma realizando la separación, se deberá tener como mínimo dos operarios por tipo de residuo.

Para cada tipo de residuo se calcula la cantidad de operarios dividiendo el total de residuos generados por el estándar de procesamiento por operario por día.

Se supone que de los 365 días del año, se trabaja de lunes a sábado, y se tienen 10 feriados por año, quedando un total de:

$$DiasLaborables = 52^{semanas}/_{año} \times 6^{días}/_{semana} - 10^{feriados}/_{año} = 302^{dias}/_{año}$$

Por lo tanto se calcula

$$CantidadOperarios\,\mathrm{Re}siduo_Y Zona_i = \frac{\frac{GeneraciónAnual\,\mathrm{Re}siduo_Y Zona_i}{302^{días}/_{año}}}{6.25^{Tn}/_{Operario \times turno} \times 3^{tunos}/_{día}}$$

Luego, se obtiene por tipo de residuo y por zona la cantidad de operarios necesarios por turno. **(Ver Anexo 1: Cantidad de Operarios por Año y por Tipo de Residuo)**

13.1. OPERARIOS PARA RESIDUOS ORGÁNICOS

El cálculo de la cantidad de operarios se realiza para la Cinta de Clasificación, en donde cada uno deberá tomar un tipo de residuo especifico.

Al ser posible que en la cinta se ubique una persona a cada lado, el número mínimo para la clasificación de cualquier tipo de residuo será de dos operarios, como ha sido explicado anteriormente, ya que con uno solo ubicado en un lado de la cinta no es suficiente.

Se supone inicialmente que la planta de clasificación debe trabajar 24 horas diarias, ya que al disminuir la cantidad de turnos aumenta el costo en equipos, ya que al ser de capacidad limitada y al aumentar la cantidad de residuos que ingresan en los mismos, aumenta la cantidad de equipos necesarios para su proceso. Es por esto que los cálculos se realizan en función a la existencia de tres turnos diarios.

Si bien cada CRR trabaja 24 horas diarias, la recolección de residuos se efectúa en 4 horas, por lo tanto se debe acoplar y alimentar el proceso en forma gradual.

Para el cálculo de la cantidad de Operarios por turno para la separación de los RO se realiza el siguiente cálculo:

$$CantidadOperariosROZona_i = \sum_j \frac{\frac{GeneraciónAnualRO_j}{302\,{}^{días}/_{año}}}{6.25\,{}^{Tn}/_{Operario \times día} \times 3\,{}^{tunos}/_{día}}$$

En el caso en el que la división anterior se obtenga cómo resultado un número decimal, se toma como válido al entero próximo como convención.

Se obtiene entonces:

OPERARIOS DE RESIDUOS ORGANICOS POR TURNO										
Zona	**Partidos**	**2007**	**2008**	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**
A	4	5	5	6	6	6	6	7	7	7
B	6	14	15	16	16	17	18	19	20	20
C	7	17	18	19	20	21	22	23	24	25
D	11	28	30	31	33	35	36	38	40	41
E	9	19	20	21	22	23	25	26	27	28
F	6	8	8	8	9	9	9	10	10	11
G	4	6	6	7	7	7	8	8	8	9
H	3	8	9	9	10	10	11	11	12	12
I	4	8	8	9	9	9	10	10	11	11
J	5	6	6	7	7	7	7	8	8	8
K	2	3	3	3	4	4	4	4	4	4
L	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3
M	1	2	3	3	3	3	3	3	3	3
N	1	3	3	3	3	3	3	3	3	4
O	3	5	5	5	6	6	6	6	7	7
P	5	19	20	21	22	23	24	25	27	28
Q	2	6	6	6	6	7	7	7	8	8
R	2	4	5	5	5	5	5	6	6	6
S	4	6	6	6	7	7	7	8	8	8
T	2	7	7	7	8	8	8	9	9	10
U	3	8	9	9	10	10	11	11	12	12
V	6	35	36	38	40	42	44	46	48	51
W	7	7	7	7	8	8	9	9	9	10
X	36	420	440	460	480	500	521	543	565	588
24	**135**	**646**	**678**	**709**	**744**	**773**	**807**	**843**	**879**	**914**

Tabla 13.1-1: Evolución de la cantidad de operarios de RO por turno, zona y por año

Se realiza el mismo cálculo para la cantidad de operarios del resto de los residuos**. (Ver Anexo 1: Cantidad de Operarios por Año y por Tipo de Residuo)**

13.2. OPERARIOS TOTALES PLANTA SEPARACIÓN

De las cantidades parciales de operarios, se obtiene el total de operarios por zona:

OPERARIOS TOTALES POR TURNO										
Zona	**Partidos**	**2007**	**2008**	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**
A	4	11	11	12	12	13	13	14	14	14
B	6	28	29	31	32	33	35	36	38	39
C	7	33	35	36	38	40	41	43	45	47
D	11	63	67	70	74	77	80	85	89	92
E	9	41	43	45	47	49	53	55	57	59
F	6	15	15	15	17	17	17	18	18	20
G	4	12	12	14	14	14	15	15	15	17
H	3	15	16	16	17	18	19	19	20	21
I	4	15	15	16	16	16	18	18	19	19
J	5	12	12	14	14	14	14	15	15	16
K	2	8	8	8	9	9	9	9	9	9
L	2	7	8	8	8	8	8	8	8	8
M	1	7	8	8	8	8	8	8	8	8
N	1	8	8	8	8	8	8	8	8	9
O	3	11	11	11	12	12	12	12	13	14
P	5	47	50	52	55	57	59	63	66	69
Q	2	17	17	18	18	19	20	20	22	22
R	2	12	14	14	14	14	15	16	16	16
S	4	15	15	16	17	17	17	19	19	19
T	2	18	19	19	21	21	22	23	24	25
U	3	19	21	21	22	23	24	25	26	27
V	6	82	86	90	95	99	104	108	113	118
W	7	17	17	17	19	19	20	21	21	22
X	36	1.086	1.137	1.188	1.240	1.290	1.345	1.401	1.458	1.518
24	**135**	**1.599**	**1.674**	**1.747**	**1.827**	**1.895**	**1.976**	**2.059**	**2.141**	**2.228**

Tabla 13.2-1: - Cantidad de operarios totales por zona y turno

Además de los operarios necesarios para los trabajos de Separación, también se debe utilizar Mano de Obra para realizar el trabajo en la Zona de Compost y Lombricultura.

13.3. OPERARIOS COMPOST Y LOMBRICULTURA

En el partido de Tapalqué, 5 operarios se encargan del acondicionamiento del material, realizando el Compost y la Lombricultura. Allí se generan 5300Tn de residuos anuales, trabajando de lunes a viernes en un turno diario. Por lo tanto cada operario se encarga de

$$\mathrm{Pr}oductividadOperarioC-L=\frac{5300\,{}^{TnRO}/_{año}}{5operarios}=1060\,{}^{TnRO}/_{OperarioAño}=\frac{1060\,{}^{TnRO}/_{OpAño}}{250\,{}^{díashabiles}/_{año}}$$

$$\mathrm{Pr}oductividadOperarioC-L=4{,}24\,{}^{TnRO}/_{OpDía}$$

Se toman 250 días hábiles ya que en ese partido se trabaja de lunes a viernes y en un turno.

Se calcula el total de operarios en la zona de Compost y Lombricultura partiendo de este valor estándar de $4.24\,{}^{TnRO}/_{Op.día}$ pero hay que tener en cuenta que los CRR trabajan en tres turnos diarios de lunes a sábado y hay 302 días hábiles por año.

Se calcula el total de operarios requeridos por turno para cada zona mediante:

$$CantidadOperariosC-L=\frac{TotalROAnual}{\Pr oductividadOperarioC-L\times 302diashab\times 3Turnos}$$

OPERARIOS DE COMPOST Y LOMBRICULTURA POR TURNO										
Zona	**Partidos**	**2007**	**2008**	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**
A	4	7	7	7	8	8	9	9	9	10
B	6	20	21	22	23	24	25	27	28	29
C	7	24	26	27	28	30	31	33	34	36
D	11	41	43	45	47	50	52	55	57	60
E	9	27	29	30	32	33	35	37	38	40
F	6	10	11	11	12	12	13	14	14	15
G	4	8	9	9	9	10	10	11	11	12
H	3	12	12	13	13	14	15	15	16	17
I	4	11	11	12	12	13	14	14	15	16
J	5	8	8	9	9	10	10	11	11	12
K	2	4	4	4	4	5	5	5	5	6
L	2	3	3	3	3	4	4	4	4	4
M	1	3	3	3	3	3	4	4	4	4
N	1	3	3	3	3	4	4	4	4	4
O	3	6	7	7	7	8	8	8	9	9
P	5	27	29	30	32	33	35	36	38	40
Q	2	8	8	8	9	9	10	10	11	11
R	2	6	6	6	7	7	7	8	8	8
S	4	8	8	9	9	9	10	10	11	11
T	2	9	10	10	11	11	12	12	13	13
U	3	12	12	13	13	14	15	15	16	17
V	6	50	53	55	58	61	64	67	70	73
W	7	9	10	10	11	11	12	12	13	13
X	36	613	642	670	699	729	760	791	824	858
24	**135**	**927**	**973**	**1.019**	**1.065**	**1.112**	**1.161**	**1.212**	**1.264**	**1.318**

Tabla 13.3-1: Operarios de Compost y Lombricultura por Turno, Zona y Año

13.4. PERSONAL ADMINISTRATIVO

Cada CRR debe tener personal administrativo, de seguridad, de limpieza, de mantenimiento de equipos, entre otros, que varía según la zona y CRR.

Esto es de acuerdo a las necesidades de cada zona en particular, siendo la cantidad no relevante para este trabajo. Para este proyecto se supone una dotación de 4 personas por CRR.

14. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO INDUSTRIAL

Para la realización de Compost de buena calidad hay que poner atención en las materias Primas, que en este caso son los RO domiciliarios. Por ello se debe tener un alto control en la etapa de separación de residuos en sus distintos tipos.

El proceso está compuesto por dos etapas: clasificación y compostaje. Ambas partes son elementales para obtener Compost de buena calidad. La primera etapa concluye cuando los residuos son separados y transportados a sus respectivos procesos de recuperación o reciclaje.

El proceso comienza una vez que los camiones recolectores llegan al CRR.

Allí depositan los residuos en una **tolva de recepción**, en donde son transportados mediante una **cinta de elevación** al **desgarrador de bolsas**, encargado de romper las bolsas de residuos en la que se encuentran contenidos los Residuos.

Una vez desgarradas las bolsas, los residuos pasan a la etapa de Clasificación, en donde, en una **cinta de clasificación**, son separados según su tipo, ya sean orgánicos, inorgánicos, patógenos y de construcción entre otros. La separación se realiza empleando **carros volcadores**, donde son depositados los distintos tipos de residuos.

Una vez separados, los RI siguen su ciclo de recuperación según el tratamiento seleccionado.

La recolección de metales se realiza mediante un juego de electroimanes colocados sobre el final de la cinta.

Los RO son, luego de la separación, llevados a un **molino de orgánicos**, en donde son triturados y reducidos a un menor tamaño para facilitar el proceso de Compost.

Una vez triturados son depositados en una **cinta de derivación de material triturado**, en donde los RO son depositados en un **carro de transporte de orgánicos molidos**, para luego ser colocados en pilas, y volteados periódicamente utilizando el **removedor de compost**. El ancho de la pila de

compostaje es de 3 metros, con una altura de 1m. Por debajo de cada pila debe colocarse una membrana sintética de PVC para aislar el compost del suelo y evitar posibles filtraciones de agua de lluvia en contacto con los residuos en descomposición. Los líquidos resultantes deberán tratarse en otro circuito.

Una vez que el proceso de compostación ha llegado a su fin, se produce una importante reducción de volumen respecto a lo que inicialmente se empezó a compostar (60 a 70%) pero también quedan materiales que no se han degradado, por lo tanto para homogeneizar el producto este se debe cernir. Para realizar esta operación se utiliza una maquina tamizadora, pero su utilización es opcional según los requerimientos de cada CRR en particular.

Luego de pasar por el proceso de compost, el producto obtenido es situado en la zona de Lombricultura para iniciar el proceso de humificación con lombrices, en donde también cada cama debe tener en su base una membrana sintética de PVC para evitar que las lombrices escapen de la misma.

14.1. PLANTA DE CLASIFICACION

En la primera etapa, la clasificación, se realiza la separación de los residuos que ingresan en sus distintos tipos: RO, RI, residuos peligrosos, residuos patógenos y residuos de construcción.

14.1.1. TOLVA DE RECEPCION[8]

Datos técnicos:

- Tolva de recepción capacidad 18 m3.
- Integrada y hermanada con el bastidor de la cinta de elevación.
- Construida en chapa de acero de espesor 3.2 mm con armazón y refuerzos en L38x4.7 y planchuela 38x4.7.
- Capacidad para aproximadamente 4 toneladas de residuos por hora.
- Dimensiones en planta de 4.0 x 4.5 metros.
- Desarmable para transporte en camión.

[8] Fuente: Desarrollo de Equipos Industriales (DEISA)

Para el cálculo de la cantidad de tolvas necesarias, se calcula mediante la productividad por hora de la Tolva y en función de la cantidad de residuos que ingresan al CRR por hora:

$$CantidadTolvas_i = \frac{\frac{GeneraciónAnual_i[Tn]}{302días \times 24\frac{horas}{día}}}{\Pr oductividadTolva\left[\frac{Tn}{hora}\right]}$$

En caso que el resultado sea un número decimal se redondea al entero más próximo siguiente.

Por lo tanto la cantidad de Tolvas de Recepción que se requieren por Zona y por año es:

TOLVA DE RECEPCIÓN										
Zona	**Partidos**	**2007**	**2008**	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**
A	4	2	2	2	2	2	2	2	3	3
B	6	5	6	6	6	6	7	6	7	8
C	7	6	7	7	7	8	8	7	9	9
D	11	12	13	14	14	15	16	13	17	18
E	9	8	9	9	9	10	10	9	11	12
F	6	3	3	3	3	3	3	3	3	4
G	4	2	2	2	2	3	3	2	3	3
H	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4
I	4	3	3	3	3	3	3	3	4	4
J	5	2	2	2	2	3	3	2	3	3
K	2	1	1	1	1	1	2	1	2	2
L	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
M	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
N	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
O	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2
P	5	9	10	10	11	11	12	10	13	13
Q	2	3	3	3	3	4	4	3	4	4
R	2	2	2	2	3	3	3	2	3	3
S	4	3	3	3	3	3	3	3	4	4
T	2	3	4	4	4	4	4	4	5	5
U	3	4	4	4	4	4	5	4	5	5
V	6	16	17	18	18	19	20	17	22	23
W	7	3	3	3	3	4	4	3	4	4
X	36	212	222	232	242	252	263	222	285	296
Total	**135**	**307**	**324**	**336**	**348**	**366**	**383**	**324**	**416**	**432**

Tabla 14.1.1-1: Cantidad de tolvas de recepción por zona y año

14.1.2. CINTA DE ELEVACIÓN[9]

Para el cálculo de la cantidad de cintas de elevación que se requieren, se procede de manera semejante a lo realizado para la tolva de recepción.

Para minimizar los gastos, se ensamblan la cantidad de cintas de número igual al número de tolvas, a una cinta de elevación de mayores dimensiones.

Datos Técnicos:

- Cinta transportadora DEISA CB11100.
- Longitud aprox.: 11 metros. Inclinación 40 grados.
- Ancho de banda: 1000 mm
- Potencia: 7.5 CV.
- Velocidad de banda: 6 a 15 m/min. (regulable mediante variador de velocidad electrónico).

Inclinación para extracción regulada desde tolva, posibilita trabajar a tolva llena e ir extrayendo paulatinamente el contenido de la misma

Rodillos de apoyo en caño de acero de espesor 5.5 mm, montados sobre rodamientos blindados 2RS, con eje de diámetro 22 mm en acero SAE 1045.

Banda transportadora reforzada T400, espesor 7 mm, carcaza 100% poliester, impregnación y cobertura superior en PVC, cara inferior (de deslizamiento) sin cobertura. Resistente a desgarramiento y ataque de ácidos grasos y álcalis presentes en la basura. Con unión mediante prensas metálicas con bulones de acero de alta resistencia (Grado 5 u 8.8).

La banda posee tacos de empuje metálicos, de espesor 4.7 mm, con labio superior reforzado, para bloquear el desplazamiento de las bolsas, montados mediante bulones de cangilón con tuercas autofrenantes. Los tacos de empuje poseen tetones conformados para que las cabezas de los bulones queden embutidas por encima del plano inferior de la banda y no rocen en la chapa del bastidor o los rodillos de apoyo.

---

[9] Fuente: DEISA

Bandeja colectora inferior (bajo retorno) estanca de espesor 3.2 mm, desmontable para reemplazo de perfiles de deslizamiento del retorno.

Baberos antiderrame de goma de baja dureza, recambiables, espesor 5 mm, colocados en toda la longitud del transporte.

El conjunto bastidor/patas es de construcción extra-reforzada, lo que asegura la completa ausencia de vibraciones durante la operación del equipo.

Tolva de descarga a desgarrador esp. 2.0 mm, con refuerzos en planchuela 38x4.7.

Se calcula la productividad de la Cinta:

$$\mathrm{Pr}oductividadC\mathrm{int}a = Ancho \times L\mathrm{arg}o \times Velocidad = 0.6m \times 0.1m \times 15\,{}^{m}\!/_{\mathrm{min}}$$

$$\mathrm{Pr}oductividadC\mathrm{int}a = 0.9\,{}^{m^3}\!/_{\mathrm{min}} \times 60\,{}^{s}\!/_{hora} = 54\,{}^{m^3}\!/_{hora}$$

Con los datos de productividad de la Cinta de Elevación y los datos de Generación por Zona se calcula el total de Cintas de Elevación necesarias por Zona:

$$CantidadC\mathrm{int}aElevacion = \frac{Volúmen Anual_i \left[{}^{m^3}\!/_{año}\right]}{CapacidadC\mathrm{int}a\left[{}^{m^3}\!/_{hr}\right] \times 24\,{}^{hr}\!/_{dia} \times 302\,{}^{dias}\!/_{año}}$$

En donde para el cálculo del volumen se realiza lo siguiente:

$$VolumenAnual_i = \sum_j \mathrm{Re}siduo_i \times \delta_i$$

Donde δ representa la densidad de los distintos tipos de Residuos:

Tipo de Residuo	Valor	Unidad
Densidad de RI	0,5	Tn/m3
Densidad de RO	0,8	Tn/m3
Densidad RPat y RPelig	0,2	Tn/m3
Densidad R Constr	2	Tn/m3

Tabla 14.1.2-1: Densidades de los distintos tipos de residuos

Realizando los cálculos anteriores se obtiene la cantidad de Cintas de Elevación necesarias para el funcionamiento del CRR:

CINTA DE ELEVACION										
Zona	**Partidos**	**2007**	**2008**	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**
A	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1
B	6	1	1	1	1	1	1	1	2	2
C	7	1	1	1	2	2	2	2	2	2
D	11	2	3	3	3	3	3	3	3	3
E	9	2	2	2	2	2	2	2	2	2
F	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1
G	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1
H	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1
I	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1
J	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1
K	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
L	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
M	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
N	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
O	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1
P	5	2	2	2	2	2	2	2	3	3
Q	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
R	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
S	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1
T	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
U	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1
V	6	3	3	3	3	4	4	4	4	4
W	7	1	1	1	1	1	1	1	1	1
X	36	35	37	39	40	42	44	46	47	49
Total	**135**	**63**	**66**	**68**	**70**	**73**	**75**	**77**	**80**	**82**

Tabla 14.1.2-2: Cantidad de cintas de elevación necesarias por zona

14.1.3. DESGARRADORA DE BOLSAS[10]

Luego de la cinta de elevación se coloca una desgarradora de bolsas para facilitar la posterior tarea de separación.

El sistema de desgarrado es mediante cuchillas metálicas giratorias tipo estrella y mando de velocidad media.

[10] Fuente: DEISA

Posee un rolo de desgarrado con eje en acero SAE1045 AF, montado sobre soportes de rodamiento de acero y rodamientos de rodillos cónicos. Bastidor en perfilería normalizada y chapa de acero laminada en caliente espesor 3.2 mm.

Carcaza en chapa laminada en caliente, con cobertura de insonorización y puertas de inspección para limpieza del rolo.

Cortinas de entrada y salida de material.

Se coloca también sistema de control de olores de picos aspersores con boquillas sintéticas para pulverizado del fluido antiséptico y de control de olores, colocados en la zona de descarga del desgarrador de bolsas. Posee conductos en material sintético resistente a agentes químicos.

A continuación se coloca una cinta transportadora de 2m de largo por 1,2m de ancho, con una bandeja de descarga a la cinta de clasificación.

En cuanto a la cantidad de desgarradoras, sistema de control de olores y cintas transportadoras por CRR, se utiliza una por cada cinta de elevación:

DESGARRADOR DE BOLSAS - CONTROL OLORES - CINTA TRANSPORTADORA										
Zona	**Partidos**	**2007**	**2008**	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**
A	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1
B	6	1	1	1	1	1	1	1	2	2
C	7	1	1	1	2	2	2	2	2	2
D	11	2	3	3	3	3	3	3	3	3
E	9	2	2	2	2	2	2	2	2	2
F	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1
G	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1
H	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1
I	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1
J	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1
K	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
L	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
M	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
N	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
O	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1
P	5	2	2	2	2	2	2	2	3	3
Q	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
R	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
S	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1
T	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
U	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1
V	6	3	3	3	3	4	4	4	4	4
W	7	1	1	1	1	1	1	1	1	1
X	36	35	37	39	40	42	44	46	47	49
Total	**135**	**63**	**66**	**68**	**70**	**73**	**75**	**77**	**80**	**82**

Tabla 14.1.3-1: Desgarrador de bolsas, control de olores y cinta transportadora

14.1.4. CINTA DE CLASIFICACION[11]

Una vez desgarradas las bolsas, son transportadas mediante una Cinta de Clasificación, donde los operarios se encargan de su separación según su tipo.

Datos Técnicos:

- Cinta transportadora DEISA CP20120.
- Longitud aprox.: 20 metros.
- Ancho de banda: 1200 mm
- Potencia: 4 CV.

Velocidad de banda regulable mediante inverter electrónico.

[11] Fuente: DEISA

Motor eléctrico trifásico normalizado IEC, marca WEG / Siemens, con protección mínima IP54. Cuna de deslizamiento en chapa de espesor 3.2 mm, integrada al bastidor de la cinta.

Banda transportadora reforzada T170, espesor minimo 5 mm, carcaza 100% poliester, impregnación y cobertura superior en PVC, cara inferior (de deslizamiento) sin cobertura. Resistente a desgarramiento y ataque de ácidos grasos y álcalis presentes en la basura. Con unión mediante grampas metálicas.

Bastidor en chapa laminada en caliente espesor 3.2 mm, con bridas y refuerzos en perfiles L38x4.7 y planchuela 38x4.7.

Barandas laterales en chapa laminada en caliente espesor 2.0 mm, con soportes abulonados en chapa de espesor 4.7 mm.

Baberos anti derrame de goma de baja dureza, recambiables, espesor 5 mm, colocados en toda la longitud del transporte.

Para el cálculo de la capacidad de la Cinta se toma el mismo principio aplicado en 9.1.2:

$$CapacidadC\text{int}a = Ancho \times Alto \times Velocidad = 1.2m \times 0.1m \times 15 {}^{m}/_{\min}$$

$$CapacidadC\text{int}a = 1.80 {}^{m^3}/_{\min} \times 60 {}^{s}/_{hora} = 108 {}^{m^3}/_{hora}$$

$$CantidadC\text{int}aElevacion = \frac{Volúmen Anual_i \left[{}^{m^3}/_{año} \right]}{CapacidadC\text{int}a \left[{}^{m^3}/_{hr} \right] \times 24 {}^{hr}/_{dia} \times 302 {}^{dias}/_{año}}$$

Con la capacidad de la Cinta y la generación por Zona en m^3 se calcula la cantidad de Cintas necesarias por año en cada Zona de la Provincia:

CINTA DE CLASIFICACION										
Zona	**Partidos**	**2007**	**2008**	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**
A	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1
B	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1
C	7	1	1	1	1	1	1	1	1	1
D	11	1	1	1	1	1	1	1	2	2
E	9	1	1	1	1	1	1	1	1	1
F	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1
G	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1
H	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1
I	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1
J	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1
K	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
L	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
M	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
N	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
O	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1
P	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Q	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
R	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
S	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1
T	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
U	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1
V	6	1	2	2	2	2	2	2	2	2
W	7	1	1	1	1	1	1	1	1	1
X	36	14	15	15	16	17	17	18	19	20
Total	**135**	**37**	**39**	**39**	**40**	**41**	**41**	**42**	**44**	**45**

Tabla 14.1.4-1: Cantidad de Cintas de Clasificación por año y por Zona de la Provincia de Buenos Aires

En cada cinta se ubican la cantidad de operarios requeridos por tuno, y clasifican los residuos en los distintos tipos, que pasan a una velocidad de $15 {}^{m}/_{\min}$. En cada posición se coloca un carrito volcador, de $0.9 m^3$ de capacidad en donde se coloca el residuo seleccionado.

Una vez que el carrito se encuentra lleno de residuos, se debe vaciar, y para no perder tiempo y productividad se agregan carritos volcadores extras. Por convención se agregan cuatro carritos por cada 10 operarios.

Se calcula el total de carritos volcadores:

CARIITO VOLCADOR										
Zona	**Partidos**	**2007**	**2008**	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**
A	4	15	15	16	16	17	17	18	18	18
B	6	36	37	43	44	45	47	48	50	51
C	7	45	47	48	50	56	57	59	61	63
D	11	87	91	98	102	105	112	117	121	128
E	9	57	59	61	63	65	73	75	77	79
F	6	19	19	19	21	21	21	22	22	28
G	4	16	16	18	18	18	19	19	19	21
H	3	19	20	20	21	22	23	23	28	29
I	4	19	19	20	20	20	22	22	23	23
J	5	16	16	18	18	18	18	19	19	20
K	2	8	8	8	9	9	9	9	9	9
L	2	7	8	8	8	8	8	8	8	8
M	1	7	8	8	8	8	8	8	8	8
N	1	8	8	8	8	8	8	8	8	9
O	3	15	15	15	16	16	16	16	17	18
P	5	63	70	72	75	77	79	87	90	93
Q	2	21	21	22	22	23	28	28	30	30
R	2	16	18	18	18	18	19	20	20	20
S	4	19	19	20	21	21	21	23	23	23
T	2	22	23	23	29	29	30	31	32	33
U	3	23	29	29	30	31	32	33	34	35
V	6	114	118	126	131	135	144	148	157	162
W	7	21	21	21	23	23	28	29	29	30
X	36	1.518	1.589	1.660	1.736	1.806	1.881	1.961	2.038	2.122
Total	**135**	**2191**	**2294**	**2399**	**2507**	**2599**	**2720**	**2831**	**2941**	**3060**

Tabla 14.1.4-2: Cantidad de carritos volcadores por turno en cada zona y por año

Figura 14.1.4-3: Cinta de Clasificación DEISA

Figura 14.1.4-4: Clasificación de residuos

También se coloca al fondo de la cinta de clasificación un carrito de material no seleccionado, montado sobre cuatro ruedas, dos de las cuales se montan en bases giratorias para facilitar el movimiento. Posee un sistema de volcado balanceado con un ángulo de descarga que permite el completo vaciado de materiales de difícil escurrimiento.

La cinta de clasificación está ubicada sobre una plataforma, a una altura de 2.5m, construida con largueros de perfil UPN100 y UPN140, travesaños de perfil UPN140, patas en perfil compuesto (formando tubo) 2 x UPN100, travesaños menores en L38x3.2, diagonales en L38x4.7.

Las escaleras y la plataforma superior estarán provistas de barandas reglamentarias de altura 1.05 m, con pasamanos de tubo diámetro 2”, guardarodillas en perfil L32x3.2 y guardapiés en planchuela de altura 100 mm.

Doce conductos de descarga de materiales seleccionados, de 600 x 400 mm de sección, construidos en chapa laminada en caliente espesor 1.6 y 3.2 mm, borde superior plegado ubicado a la misma altura que la baranda de contención de la cinta, con refuerzos de L38x4.7 y planchuelas de L38x4.7. Todo el conjunto es sobre el piso mediante brocas metálicas expansivas. Posee una gran resistencia y rigidez estructural, a los efectos de evitar cualquier tipo de vibraciones o desplazamientos de la estructura durante las más severas condiciones de operación, y asegurar las mayores condiciones de seguridad y

comodidad de trabajo para los operarios durante toda la vida útil de la instalación.

Figura 14.1.4-5: Estructura de Cinta de Clasificación

14.1.5. MOLINO DE ORGÀNICOS[12]

Luego de ser clasificados, los Residuos Orgánicos con transportados al Molino de Orgánicos, en donde son triturados. El objetivo es que el material quede lo más triturado y desfibrado posible y permanezca así sometido lo máximo posible a la acción bacteriana durante el proceso de fermentación.

Datos Técnicos:

- Molino triturador DEISA MR1000.
- Potencia: 60 CV
- Boca de entrada 800 mm x 500 mm.

Posee treinta y dos martillos de molienda espesor 8 mm, en acero SAE 1045, recambiables. Los martillos pueden ser montados en configuración fija (para materiales con alta contaminación de inorgánicos fibrosos), u oscilante (para materiales con baja contaminación de inorgánicos fibrosos).

Aporte de metal duro y dentado de rotura en la placa de desgaste frontal.

---

[12] Fuente: DEISA

La máquina es apta para procesar residuos generales, orgánicos e inorgánicos, en bultos no compactos de tamaño máximo 400 x 400 x 400 Mm. (bolsas de residuos domiciliarias). Bultos mayores a este tamaño (bolsas de consorcio, bolsas tejidas para 50 kg de cereal, cajas de cartón enteras) deben abrirse en forma previa a la alimentación del molino para evitar atascamientos.

Dado que en el molino de orgánicos solo se puede ingresar un volumen de 0.064m^3 por vez, se debe trabajar con los datos de generación dados en volumen.

Se supone que 0.064 m^3 se muelen en un minuto, ya que se trata de residuos orgánicos exclusivamente.

Se procede al cálculo de la cantidad de Molinos de Orgánicos necesarios por Zona y por año de la siguiente manera:

$$\mathrm{Pr}oductividadMolino = \frac{0.4m \times 0.4m \times 0.4m}{1\min} \times 60 \min/_{hora} \times 24 horas/_{día}$$

$$\mathrm{Pr}oductividadMolino = 92.16 m^3/_{día}$$

$$CantidadMolinoOrgánico_i = \frac{GeneraciónZona_i RO\left[m^3/_{año}\right]}{\mathrm{Pr}oductividadMolino\left[m^3/_{día}\right] \times 302\left[dias/_{año}\right]}$$

MOLINO DE ORGÁNICOS										
Zona	**Partidos**	**2007**	**2008**	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**
A	4	2	2	2	2	2	2	2	2	2
B	6	4	4	4	5	5	5	5	5	6
C	7	5	5	5	5	6	6	6	6	7
D	11	8	8	8	9	9	10	10	10	11
E	9	5	6	6	6	6	7	7	7	7
F	6	2	2	2	3	3	3	3	3	3
G	4	2	2	2	2	2	2	2	2	3
H	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
I	4	2	2	3	3	3	3	3	3	3
J	5	2	2	2	2	2	2	2	2	3
K	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
L	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
M	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
N	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
O	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2
P	5	5	5	6	6	6	7	7	7	7
Q	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
R	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2
S	4	2	2	2	2	2	2	2	2	2
T	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3
U	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
V	6	9	10	10	11	11	12	12	13	13
W	7	2	2	2	2	2	3	3	3	3
X	36	107	112	117	122	128	133	138	144	150
Total	**135**	**174**	**182**	**189**	**198**	**205**	**216**	**221**	**228**	**239**

Tabla 14.1.5-1: Cantidad de molinos de orgánicos por zona y por año

14.2. PLANTA DE COMPOSTAJE

14.2.1. CARRO DE TRANSPORTE DE ORGÁNICO MOLIDO[13]

Una vez molidos los RO, se transportan mediante un carro de transporte de Orgánico molido para el proceso de Compost.

Acoplado volcador de cuatro ruedas, capacidad de carga 8 m3 (peso de la carga 5000 kg).

[13] Fuente: DEISA

Datos Técnicos:

- Las medidas generales de la caja serán: 4,0 x 1,8 x 1,1 m.
- Chasis con largueros y travesaños de chapa estampada espesor 4.7 mm. y 3.2 mm, soldados.
- Caja de carga con piso en chapa BG14 (espesor 2 mm) lisa, sin nervaduras.

Posee laterales ciegos, con barandas laterales volcables en chapa BG16 (espesor 1.6 mm) con plegados de refuerzo.

Se encuentran preparados para vuelco lateral, con cilindro hidráulico central y mangueras con acoples rápidos para conexión a sistema hidráulico del tractor.

Provistos de 4 ruedas con llanta 16” de chapa estampada, y cubiertas neumáticas con cámara.

Por cada molino de orgánicos se requiere un carro para el transporte de los orgánicos molidos, por lo tanto las cantidades serán, por zona y año las siguientes:

CARRITO DE TRANSPORTE DE ORGANICO MOLIDO										
Zona	**Partidos**	**2007**	**2008**	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**
A	4	2	2	2	2	2	2	2	2	2
B	6	4	4	4	5	5	5	5	5	6
C	7	5	5	5	5	6	6	6	6	7
D	11	8	8	8	9	9	10	10	10	11
E	9	5	6	6	6	6	7	7	7	7
F	6	2	2	2	3	3	3	3	3	3
G	4	2	2	2	2	2	2	2	2	3
H	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
I	4	2	2	3	3	3	3	3	3	3
J	5	2	2	2	2	2	2	2	2	3
K	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
L	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
M	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
N	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
O	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2
P	5	5	5	6	6	6	7	7	7	7
Q	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
R	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2
S	4	2	2	2	2	2	2	2	2	2
T	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3
U	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
V	6	9	10	10	11	11	12	12	13	13
W	7	2	2	2	2	2	3	3	3	3
X	36	107	112	117	122	128	133	138	144	150
Total	**135**	**174**	**182**	**189**	**198**	**205**	**216**	**221**	**228**	**239**

Tabla 14.2.1-1: Cantidad de carros de transporte por zona y año

14.2.2. REMOVEDOR DE COMPOST[14]

Se utiliza el removedor de compost para transportar y armar la pila de compost para que comience el proceso de fermentación.

Datos Técnicos:

- Removedor de Compost DEISA RCT300.
- Ancho del rotor: 3000mm. Diámetro del rotor: 700mm. Cuchillas removedoras: 70mm. Ancho total: 5600mm. Largo total: 4450mm
- Altura total: 1750 mm

[14] Fuente: DEISA

Eje central en tubo reforzado de acero sin costura, a la cual se fijan las paletas removedoras de acero, con revestimiento de chapa antidesgaste en la cuchara de remoción.

Transmisión con cardan acoplable a la toma de fuerza (540 RPM) del tractor, con caja reductora y de reenvío angular. Para el accionamiento se requiere un tractor entre 90 y 120 CV, con posibilidad de operar a velocidades de entre 1.5 y 2.5 Km./h.

Todo el conjunto es soportado por tres ruedas agrícolas, una de las cuales es pivotante para permitir el giro de la máquina.

El ancho de la pila de compostaje es de 3 metros, con una altura máxima de 1 metro.

La productividad del removedor de compost se calcula mediante el siguiente cálculo

$$\text{Productividad} = Velocidad \times Ancho_{pila} \times Alto_{pila}$$
$$\text{Productividad} = 2500\,{}^{m}\!/_{hora} \times 3m \times 1m = 7500\,{}^{m^3}\!/_{hora}$$

La cantidad de removedores necesarios se calcula mediante:

$$Cantidad\,\text{Removedores} = \frac{GeneracionTotalRO_i}{302\,{}^{días}\!/_{año} \times 24\,{}^{horas}\!/_{día} \times \text{Productividad}\,\text{Removedores}}$$

Obteniendo un total por año y por zona de:

REMOVEDOR DE COMPOST										
Zona	**Partidos**	**2007**	**2008**	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**
A	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1
B	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1
C	7	1	1	1	1	1	1	1	1	1
D	11	1	1	1	1	1	1	1	1	1
E	9	1	1	1	1	1	1	1	1	1
F	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1
G	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1
H	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1
I	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1
J	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1
K	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
L	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
M	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
N	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
O	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1
P	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Q	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
R	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
S	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1
T	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
U	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1
V	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1
W	7	1	1	1	1	1	1	1	1	1
X	36	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Total	**135**	**25**	**25**	**25**	**25**	**25**	**25**	**25**	**25**	**25**

Tabla 14.2.2-1: Total de removedores de compost por año y por zona

14.3. ZONA COMPOST

Para el calculo de la cantidad de pilas de compostaje se tiene en cuenta la duración del proceso de compost, de aproximadamente 45 días, lo que significa que cada 45 días se debe renovar la pila de Compost.

Lo que se realiza es el cálculo de la cantidad de pilas por zona diarias que se deben formar:

$$Pilas/_{día_i} = \frac{VolúmenAnual_i}{302\,días/_{año} \times VolúmenPila} = \frac{VolúmenAnual_i}{302\,días/_{año} \times 3m \times 1m \times 20m}$$

A partir del número de pilas calculadas por día y por zona se calcula el número total de pilas para 45 días, ya que ese es el tiempo de renovación:

$$PilasTotales = Pilas/_{día} \times 45días$$

PILAS TOTALES COMPOST										
Zona	**Partidos**	**2007**	**2008**	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**
A	4	81	86	90	94	99	104	109	114	119
B	6	239	252	265	278	292	306	320	335	350
C	7	294	310	326	343	359	376	394	412	431
D	11	491	518	545	571	599	628	657	688	719
E	9	330	348	366	384	403	422	442	463	484
F	6	124	130	137	144	151	158	166	173	181
G	4	98	103	108	114	119	125	131	137	143
H	3	140	147	155	163	170	179	187	196	204
I	4	129	137	144	151	158	166	173	181	190
J	5	96	101	106	112	117	123	128	134	140
K	2	47	49	52	54	57	60	63	65	68
L	2	36	38	39	41	43	45	48	50	52
M	1	35	37	38	40	42	44	46	48	51
N	1	36	38	40	42	44	47	49	51	53
O	3	76	80	84	89	93	97	102	106	111
P	5	327	345	363	381	399	418	438	458	479
Q	2	91	96	101	106	111	116	122	127	133
R	2	68	72	75	79	83	87	91	95	99
S	4	94	99	104	109	115	120	126	131	137
T	2	110	116	122	128	134	140	147	153	160
U	3	139	147	154	162	170	178	186	195	204
V	6	600	633	666	699	733	768	804	842	880
W	7	110	116	122	128	135	141	148	155	162
X	36	7383	7728	8074	8422	8780	9149	9530	9923	10328
Total	**135**	**11174**	**11726**	**12276**	**12834**	**13406**	**13997**	**14607**	**15232**	**15878**

Tabla 14.3-1: Cantidad de pilas de compost por año y zona

Figura 14.3-2: Pilas de compost

14.4. ZONA DE LOMBRICULTURA

Para el cálculo de la cantidad de camas necesarias para el proceso de Lombricultura se recurre a los datos obtenidos sobre las pilas de lombricultura y a la generación de cada zona en particular.

Se debe considerar que las camas deben tener algún tipo de contenedor en la base para que las lombrices no emigren de las mismas al haber consumido todo el sustrato entregado. Es por esto que se coloca una base de membrana sintética de PVC en cada cama.

Se calcula la productividad de la cama. Para ello hay que tener en cuenta que cada pila posee una superficie de 1,5m de ancho y 20m de largo. La altura es variable. Inicialmente es de 10cm. y cada siete días se incrementa 10 cm. de su altura, pudiendo alcanzar una altura máxima de 60 cm., es decir, que cada 6 ciclos de 7 días cada uno se renueva totalmente la pila.

Se calcula la productividad de las camas:

$$\mathrm{Pr}oductividadLombricultura = Volumen \times TiempoCiclo$$

$$\mathrm{Pr}oductividadLombricultura = \frac{\frac{20m \times 1{,}5m \times 0{,}1m}{pila}}{7días}$$

$$\mathrm{Pr}oductividadLombricultura = 0.429 \, {}^{m^3}\!/_{día.pila}$$

Se calcula el número de pilas diarias, ya que cada 7 días laborables se coloca una nueva capa se debe tener la cantidad de pilas de lombricultura necesarias para 7 días:

$$Pilas7días = \frac{VolumenDiario \times 7}{VolúmenPila} = PilasDiarias \times 7días$$

Siendo el volumen diario el volumen anual dividido 302 días hábiles por año.
La cantidad de pilas requeridas por zona:

CAMAS DE LOMBRICULTURA										
Zona	**Partidos**	**2007**	**2008**	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**
A	4	252	265	279	293	307	322	337	352	368
B	6	742	783	823	864	906	950	994	1040	1088
C	7	914	964	1014	1065	1116	1170	1225	1282	1340
D	11	1526	1609	1693	1777	1863	1952	2044	2139	2237
E	9	1026	1082	1139	1195	1253	1313	1375	1439	1504
F	6	384	405	426	447	469	491	514	538	562
G	4	303	320	336	353	370	388	406	425	444
H	3	433	457	481	505	529	554	580	607	635
I	4	402	424	446	468	491	514	538	563	589
J	5	297	314	330	346	363	380	398	417	436
K	2	145	152	160	168	176	185	194	202	212
L	2	110	116	122	128	134	140	147	154	161
M	1	107	113	118	124	130	136	143	149	156
N	1	112	119	125	131	137	144	150	157	165
O	3	236	249	261	274	288	301	316	330	345
P	5	1017	1072	1128	1184	1241	1300	1362	1425	1490
Q	2	282	297	313	328	344	361	378	395	413
R	2	210	222	233	245	257	269	282	295	308
S	4	291	307	323	339	355	372	390	408	427
T	2	340	359	377	396	415	435	455	476	498
U	3	432	455	479	503	527	552	578	605	632
V	6	1867	1969	2071	2174	2280	2389	2501	2617	2736
W	7	342	361	380	399	418	438	459	480	502
X	36	22968	24041	25119	26199	27314	28463	29648	30870	32130
Total	**135**	**34738**	**36455**	**38176**	**39905**	**41683**	**43519**	**45414**	**47365**	**49378**

Tabla 14.4.-: Pilas de lombricultura por zona y por año

15. SUPERFICIE DE LOS CENTROS DE RECONVERSION DE RESIDUOS

Para el cálculo de las superficies necesarias para cada CRR se debe tener en cuenta el espacio que ocupan los equipos, el espacio necesario para el Compost y la Lombricultura, espacio para pasillos, para servicios sociales de los operarios y espacio para oficinas y depósitos, estacionamientos y lugares de recepción y expedición.

No es el objetivo de este trabajo el diseño y layout en detalle de cada una de los CRR, es por esto que se analiza en general y luego de propone la distribución y layout de un CRR modelo.

Se debe tener en cuenta que hay una zona de la CRR destinada al envase y almacenamiento del producto terminado, compost, cuyo desarrollo no es tema de esta investigación, así como tampoco lo es el deposito de Materias Primas, que en este caso serían los residuos, que son recolectados en 4 horas 6 días a la semana, y como el CRR trabajan 24 horas al día se deben almacenar los residuos para su posterior procesamiento.

A su vez, los espacios calculados a continuación son en base a las necesidades del año 2015, que es cuando más espacio se requiere.

15.1. SUPERFICIE DE PLANTA DE SEPARACION

Se calcula la superficie requerida para la planta de separación basada en los equipos necesarios y la superficie que ocupan los mismos.

Considerando las superficies anuales según la zona y su evolución en cuanto a los requerimientos de materiales, se calculan las dimensiones en el caso de mayor superficie requerida, proyectando así las ampliaciones necesarias requeridas para la misma.

A partir de la ocupación en superficie parcial de cada maquina y equipo se calcula el total de la planta de separación, añadiendo superficie adicional proporcional a la cantidad de empleados utilizada para comedor, sanitarios y oficinas administrativas.

Se calcula la superficie en Hectáreas:

SUPERFICIE TOTAL APROXIMADA PLANTA SEPARACION en HAS										
Zona	**Partidos**	**2007**	**2008**	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**
A	4	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,16	0,16
B	6	0,26	0,27	0,29	0,31	0,31	0,33	0,32	0,35	0,38
C	7	0,31	0,33	0,33	0,35	0,39	0,39	0,39	0,41	0,43
D	11	0,55	0,58	0,61	0,64	0,65	0,70	0,69	0,77	0,81
E	9	0,38	0,41	0,41	0,42	0,43	0,47	0,47	0,49	0,51
F	6	0,17	0,17	0,17	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,22
G	4	0,15	0,15	0,16	0,16	0,16	0,17	0,16	0,17	0,19
H	3	0,18	0,18	0,18	0,19	0,19	0,19	0,19	0,22	0,22
I	4	0,17	0,17	0,18	0,18	0,18	0,19	0,19	0,20	0,20
J	5	0,15	0,15	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,17	0,18
K	2	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,12	0,11	0,12	0,12
L	2	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11
M	1	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11
N	1	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11
O	3	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16
P	5	0,41	0,44	0,46	0,47	0,48	0,51	0,52	0,56	0,57
Q	2	0,17	0,17	0,18	0,18	0,19	0,20	0,20	0,21	0,21
R	2	0,14	0,16	0,16	0,16	0,16	0,17	0,16	0,17	0,17
S	4	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,18	0,19	0,19
T	2	0,18	0,19	0,19	0,21	0,21	0,22	0,23	0,24	0,24
U	3	0,20	0,22	0,22	0,22	0,23	0,24	0,23	0,24	0,25
V	6	0,69	0,76	0,79	0,82	0,85	0,90	0,89	0,97	1,00
W	7	0,17	0,17	0,17	0,18	0,19	0,22	0,21	0,22	0,22
X	36	8,84	9,27	9,67	10,10	10,54	10,95	11,04	11,87	12,37
Total	**135**	**14,00**	**14,68**	**15,22**	**15,84**	**16,44**	**17,12**	**17,18**	**18,40**	**19,11**

Tabla 15.1-1: Superficie total de planta de separación por zona y año en hectáreas

Pero, al considerar que el requerimiento de superficie mayor se da en el año 2015 se obtienen las siguientes superficies definitivas:

Zona	Partidos	2015
A	4	0,16
B	6	0,38
C	7	0,43
D	11	0,81
E	9	0,51
F	6	0,22
G	4	0,19
H	3	0,22
I	4	0,20
J	5	0,18
K	2	0,12
L	2	0,11
M	1	0,11
N	1	0,11
O	3	0,16
P	5	0,57
Q	2	0,21
R	2	0,17
S	4	0,19
T	2	0,24
U	3	0,25
V	6	1,00
W	7	0,22
X	36	12,37
Total	**135**	**2034,11**

Tabla 15.1-2: Superficies Totales por Zona de Planta de Separación

15.2. ZONA COMPOSTAJE

Luego del cálculo de las pilas, se calcula la superficie total necesaria las mismas, considerando pasillos, teniendo en cuenta que una pila tiene 1,5m de lado de pasillo de cada lado (siendo el ancho de la pila de 3m), por lo tanto en ancho de una pila con pasillo es el doble de una pila sin pasillo.

Se calcula la superficie total de la zona de compost en hectáreas, teniendo en cuenta que una hectárea es equivalente a 10.000m^2.

$$SuperficieTotalCompost = PilasTotales \times 3m \times 2 \times 20m = PilasTotales \times 120m^2$$

Los valores obtenidos son redondeados para obtener así números enteros en hectáreas.

HECTAREAS TOTALES POR AÑO DE COMPOST [Ha]										
Zona	**Partidos**	**2007**	**2008**	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**
A	4	1	2	2	2	2	2	2	2	2
B	6	3	4	4	4	4	4	4	5	5
C	7	4	4	4	5	5	5	5	5	6
D	11	6	7	7	7	8	8	8	9	9
E	9	4	5	5	5	5	6	6	6	6
F	6	2	2	2	2	2	2	2	3	3
G	4	2	2	2	2	2	2	2	2	2
H	3	2	2	2	2	3	3	3	3	3
I	4	2	2	2	2	2	2	3	3	3
J	5	2	2	2	2	2	2	2	2	2
K	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
L	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
M	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
N	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
O	3	1	1	2	2	2	2	2	2	2
P	5	4	5	5	5	5	6	6	6	6
Q	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
R	2	1	1	1	1	1	2	2	2	2
S	4	2	2	2	2	2	2	2	2	2
T	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
U	3	2	2	2	2	3	3	3	3	3
V	6	8	8	8	9	9	10	10	11	11
W	7	2	2	2	2	2	2	2	2	2
X	36	89	93	97	102	106	110	115	120	124
Total	**135**	**145**	**154**	**159**	**166**	**173**	**181**	**187**	**196**	**201**

Tabla 15.2-1: Hectáreas totales de zona compostaje por año y por zona en hectáreas

Siendo el requerimiento de superficie máximo:

Zona	Partidos	Superficie [Ha]
A	4	2
B	6	5
C	7	6
D	11	9
E	9	6
F	6	3
G	4	2
H	3	3
I	4	3
J	5	2
K	2	1
L	2	1
M	1	1
N	1	1
O	3	2
P	5	6
Q	2	2
R	2	2
S	4	2
T	2	2
U	3	3
V	6	11
W	7	2
X	36	124
Total	**135**	**220**

Tabla 15.2-2: Superficies totales por zona de planta de compostaje

15.3. ZONA LOMBRICULTURA

Una vez obtenidas las cantidades de pilas necesarias por zona para lombricultura se calcula la superficie total mediante:

$$SuperficieTotal = SuperficiePila \times CantidadPilas = 1.5m \times 20m \times CantidadPilas$$

Para cada zona se calcula la superficie necesaria para zombricultura, teniendo en cuenta el espacio entre pilas, espacios al límite de la propiedad y espacios para facilitar el trabajo de los operarios.

Se redondea el valor obtenido al entero próximo, para así obtener valores en hectáreas enteros:

HECTAREAS PARA CAMAS DE LOMBRICULTURA										
Zona	**Partidos**	**2007**	**2008**	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**
A	4	2	2	3	3	3	3	3	3	3
B	6	6	6	7	7	7	8	8	8	9
C	7	7	8	8	8	9	9	10	10	11
D	11	12	13	13	14	14	15	16	17	17
E	9	8	9	9	9	10	10	11	11	12
F	6	3	4	4	4	4	4	4	5	5
G	4	3	3	3	3	3	3	4	4	4
H	3	4	4	4	4	4	5	5	5	5
I	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5
J	5	3	3	3	3	3	3	3	4	4
K	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
L	2	1	1	1	1	2	2	2	2	2
M	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2
N	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2
O	3	2	2	2	3	3	3	3	3	3
P	5	8	9	9	9	10	10	11	11	12
Q	2	3	3	3	3	3	3	3	3	4
R	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3
S	4	3	3	3	3	3	3	3	4	4
T	2	3	3	3	3	4	4	4	4	4
U	3	4	4	4	4	4	5	5	5	5
V	6	15	15	16	17	18	18	19	20	21
W	7	3	3	3	3	4	4	4	4	4
X	36	173	181	189	197	205	214	223	232	241
Total	**135**	**273**	**286**	**297**	**308**	**324**	**339**	**355**	**369**	**384**

Tabla 15.3-1: Hectáreas para lombricultura por zona y por año

Y el requerimiento máximo:

Zona	Partidos	Superficie
A	4	3
B	6	9
C	7	11
D	11	17
E	9	12
F	6	5
G	4	4
H	3	5
I	4	5
J	5	4
K	2	2
L	2	2
M	1	2
N	1	2
O	3	3
P	5	12
Q	2	4
R	2	3
S	4	4
T	2	4
U	3	5
V	6	21
W	7	4
X	36	241
Total	**135**	**384**

Tabla 15.3-2: Hectáreas totales para Lombricultura

Dado que en algunos casos las superficies requeridas son altas, existe la posibilidad que lombricultura sea optativa según las necesidades y disponibilidades de terreno de cada zona en particular.

15.4. SUPERFICIE TOTAL DE LOS CRR

Se calcula la superficie total necesaria de cada CRR mediante la suma algebraica de cada sector por separado:

$$SuperficieTotal = \sum_{i} Superficies$$

$$SupTotal = SuperficieSeparación + SuperficieCompost + SuperficieLombricultura$$

Totalizando para todas las zonas:

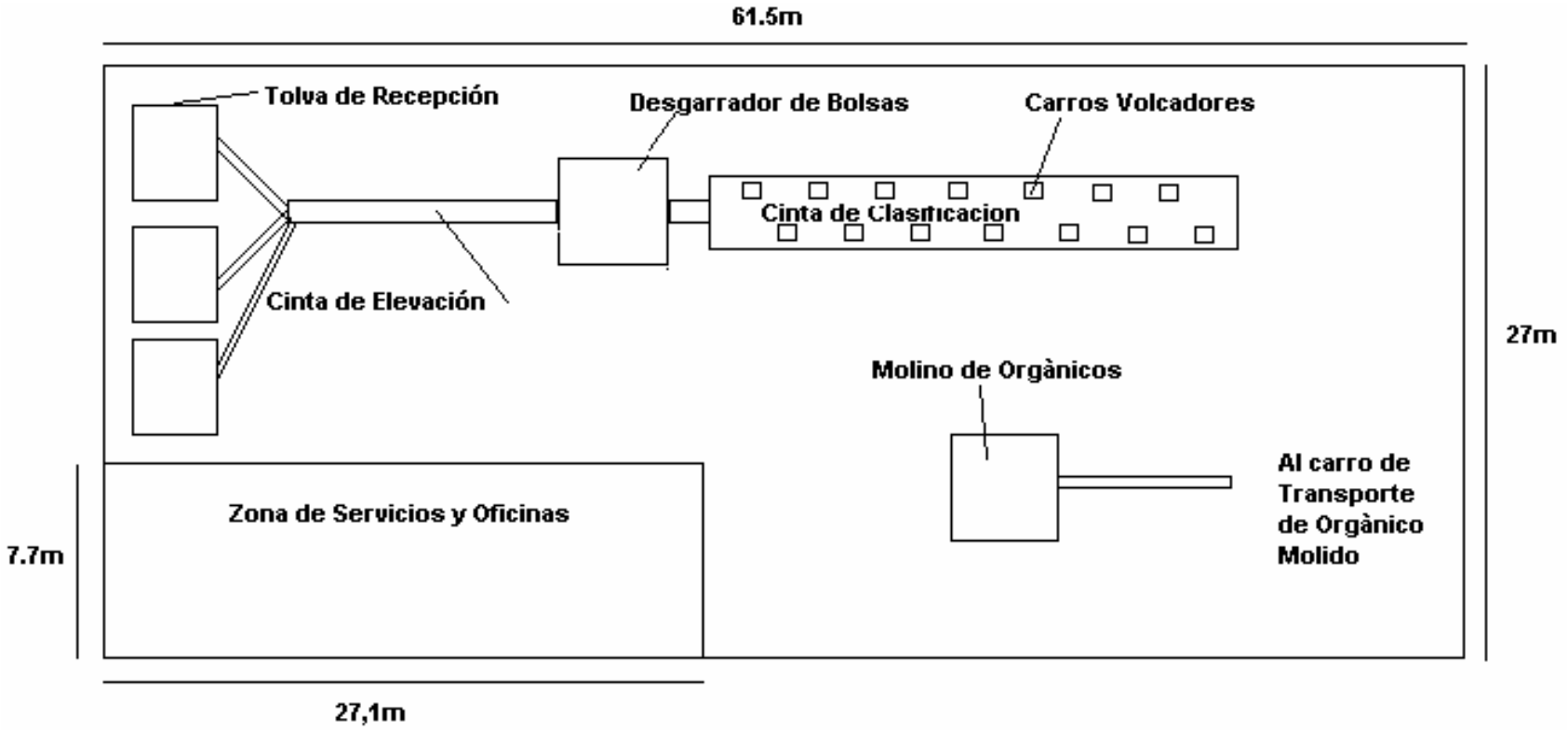
SUPERFICIE TOTAL CRR EN HECTAREAS										
Zona	**Partidos**	**2007**	**2008**	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**
A	4	3,15	4,15	5,15	5,15	5,15	5,15	5,16	5,16	5,16
B	6	9,26	10,27	11,29	11,31	11,31	12,33	12,32	13,35	14,38
C	7	11,31	12,33	12,33	13,35	14,39	14,39	15,39	15,41	17,43
D	11	18,55	20,58	20,61	21,64	22,65	23,70	24,69	26,77	26,81
E	9	12,38	14,41	14,41	14,42	15,43	16,47	17,47	17,49	18,51
F	6	5,17	6,17	6,17	6,19	6,19	6,19	6,19	8,19	8,22
G	4	5,15	5,15	5,16	5,16	5,16	5,17	6,16	6,17	6,19
H	3	6,18	6,18	6,18	6,19	7,19	8,19	8,19	8,22	8,22
I	4	6,17	6,17	6,18	6,18	6,18	6,19	8,19	8,20	8,20
J	5	5,15	5,15	5,16	5,16	5,16	5,16	5,16	6,17	6,18
K	2	3,11	3,11	3,11	3,11	3,11	3,12	3,11	3,12	3,12
L	2	2,10	2,11	2,11	2,11	3,11	3,11	3,11	3,11	3,11
M	1	2,10	2,11	2,11	2,11	2,11	3,11	3,11	3,11	3,11
N	1	2,11	2,11	2,11	2,11	3,11	3,11	3,11	3,11	3,11
O	3	3,15	3,15	4,15	5,15	5,15	5,15	5,15	5,15	5,16
P	5	12,41	14,44	14,46	14,47	15,48	16,51	17,52	17,56	18,57
Q	2	5,17	5,17	5,18	5,18	5,19	5,20	5,20	5,21	6,21
R	2	3,14	3,16	3,16	3,16	3,16	5,17	5,16	5,17	5,17
S	4	5,17	5,17	5,17	5,17	5,17	5,17	5,18	6,19	6,19
T	2	5,18	5,19	5,19	5,21	6,21	6,22	6,23	6,24	6,24
U	3	6,20	6,22	6,22	6,22	7,23	8,24	8,23	8,24	8,25
V	6	23,69	23,76	24,79	26,82	27,85	28,90	29,89	31,97	33,00
W	7	5,17	5,17	5,17	5,18	6,19	6,22	6,21	6,22	6,22
X	36	270,84	283,27	295,67	309,10	321,54	334,95	349,04	363,87	377,37
Total	**135**	**432,00**	**454,68**	**471,22**	**489,84**	**513,44**	**537,12**	**559,18**	**583,40**	**604,11**

Tabla 15-1: Superficie total de las plantas por año y por zona

16. LAYOUT

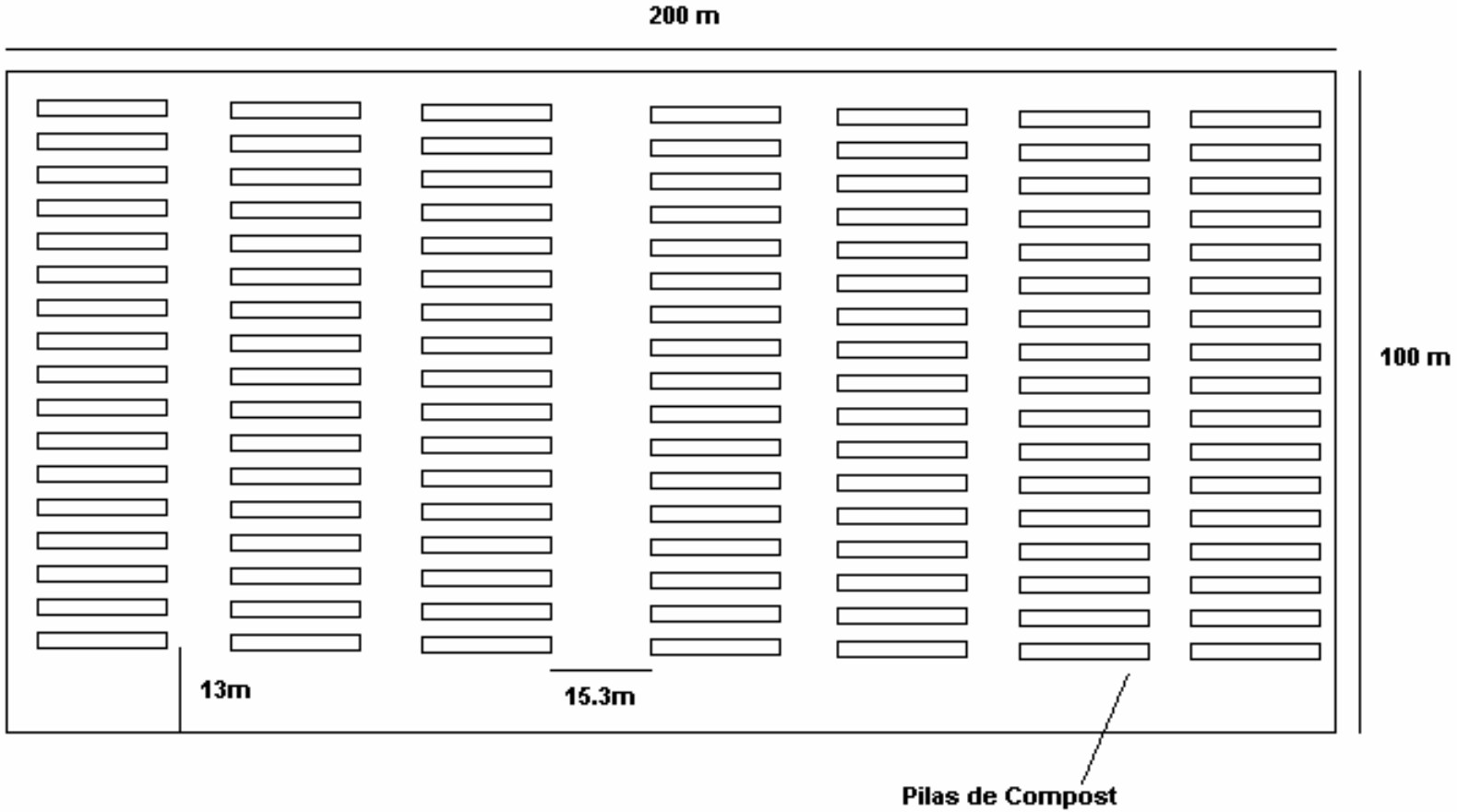
16.1. PLANTA DE CLASIFICACION

A continuación se adjunta un layout modelo de la zona de separación de la zona A, con 14 Operarios por Turno en el área de Clasificación



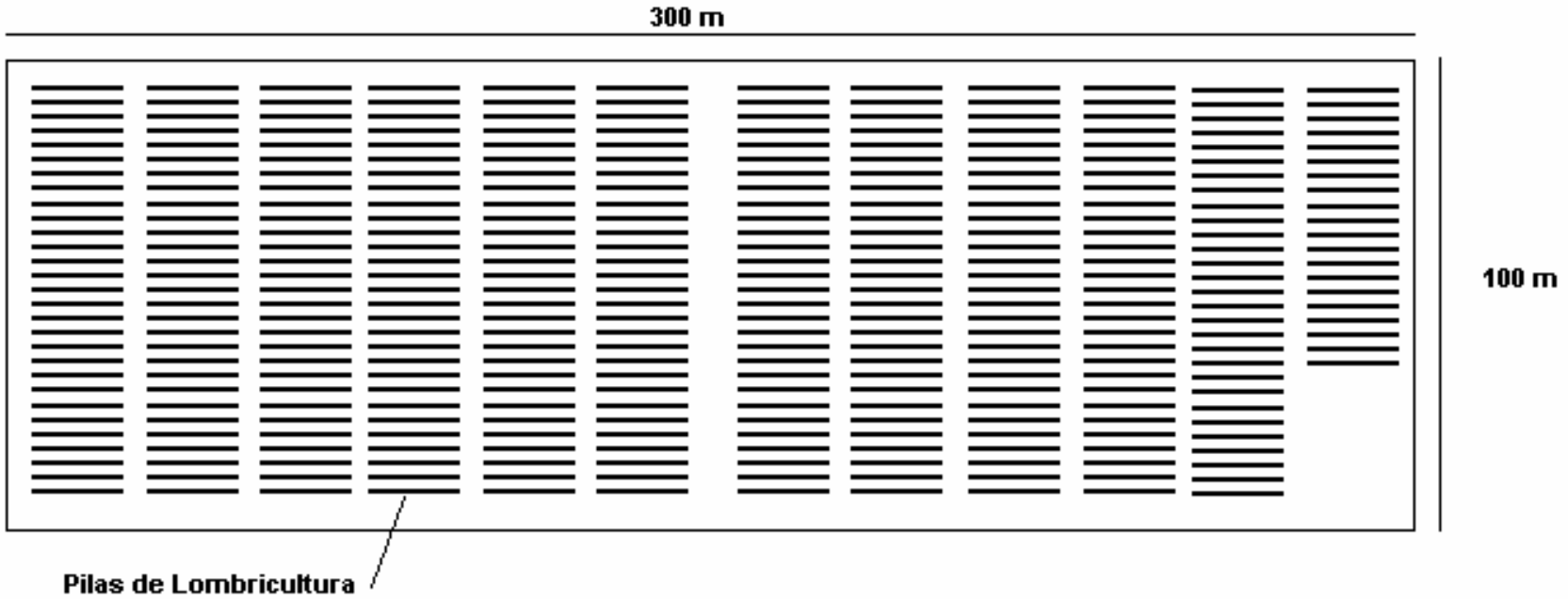
16.2. ZONA COMPOST

Detalle de la zona de compost con las 119 pilas de compost de la zona A, con espacio entre pasillos para que pasen los vehículos necesarios,



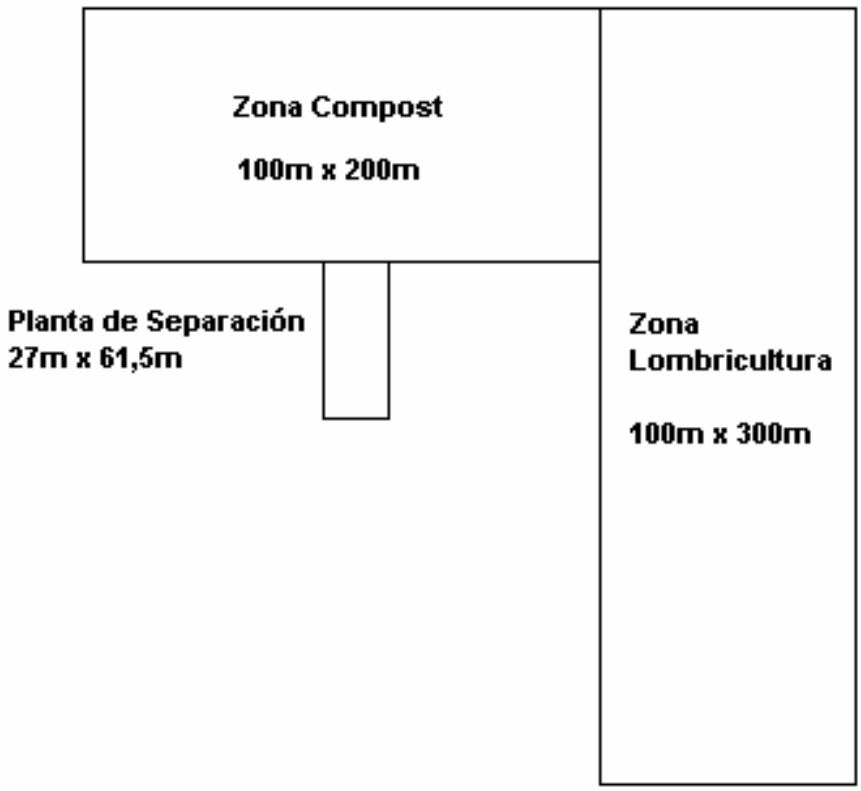
16.3. ZONA LOMBRICULTURA

La Zona de lombricultura está formada por 368 Camas de lombricultura que ocupan 3 hectáreas:



16.4. PLANTA TOTAL

Se detalla a continuación un plano aproximado de la Planta en su totalidad con las zonas de separación, compost y lombricultura:



Resta dimensionar el estacionamiento, el lugar de carga de fertilizante, zona de descarga de los camiones de residuos y depósitos de materia prima y de producto terminado.

17. IMPACTO SOCIAL DEL PROYECTO

Al realizar el proyecto se contrata mano de obra no calificada de todas partes de la provincia de Buenos Aires. Se pretende contratar mano de obra no calificada con el fin de disminuir el desempleo, la pobreza y mejorar la calidad de vida de las personas de escasos recursos.

El trabajo a realizar en los CRR es netamente manual y no requiere que los empleados tengan estudios cursados ni finalizados.

Con este proyecto se contratan a más de 10636 empleados de toda la provincia y se los legaliza laboralmente, disminuyendo así el desempleo y la pobreza.

También, al implementar los CRR en todos los partidos, se busca concientizar a la población sobre el cuidado del medio ambiente, tratando que se logren nuevos hábitos en lo que a materia de residuos se refiere, minimizando su generación, preclasificando en origen y sacando las bolsas de residuos a las horas establecidas y en los lugares adecuados.

18. IMPACTO AMBIENTAL

Con la instalación de los CRR, el mayor impacto se verá en la cantidad de Residuos que ingresan en los Rellenos Sanitarios de la Provincia.

El relleno sanitario es una técnica de disposición final de residuos sólidos mediante la cual se los confina a un área lo más pequeña posible, donde se distribuye la basura en capas, se la compacta y se la cubre con tierra con cierta periodicidad. Esta técnica busca minimizar los perjuicios al medioambiente controlando los efectos potenciales de contaminación mediante el tratamiento de los efluentes líquidos y gaseosos que producirá la basura al descomponerse. **[***Gutierrez, 2007***]**

El actual problema de los rellenos sanitarios del Gran Buenos Aires, además de la contaminación de todo tipo que éstos generan, es que debido al alto grado de urbanización y densidad de población que existe en el área metropolitana, si se quiere realizar nuevos rellenos sanitarios, estos deben ubicarse en otras municipalidades de la Provincia de Buenos Aires, aumentando los costos en transporte de los residuos hacia el lugar de disposición final. Se busca también evitar la instalación de rellenos ilegales.

Mediante la disminución del uso de los rellenos sanitarios se estaría disminuyendo la emisión de líquidos lixiviados, generados principalmente por los residuos orgánicos, que contaminan el agua subterránea.

El proceso de descomposición en un relleno sanitario también genera gases que tienden a acumularse dentro del relleno en los espacios vacíos. Entre los gases generados se encuentran el metano, el sulfuro de hidrógeno y el dióxido de carbono. El metano es inflamable en determinadas concentraciones. Si se acumula en algunos puntos del relleno existe peligro de explosión, por lo cual debe ser correctamente venteado. Este sistema de ventilación se construye con tubos perforados de concreto o PVC con un diámetro entre 10 y 30 cm que se revisten con piedra y se envuelven con mallas de alambre tejido o alambres de púa.

Además que los olores que la descomposición de los residuos genera, estos atraen moscas, roedores y aves, dificultando la vida de las personas que habitan los asentamientos cercanos al relleno.

Con la instalación de las plantas, si los procesos son controlados cuidadosamente, se evitarían todos los problemas que posee el relleno sanitario. No se producen gases y olores en el compost, no genera lixiviados si el proceso es el correcto, ni tampoco atrae moscas y roedores. También se eliminan las patologías asociadas: enfermedades infectocontagiosas trasmitidas por vectores habituales (roedores e insectos): leptopirosis, hantavirus, dengue, enfermedades respiratorias y riesgo de consumo de aguas contaminadas.

19. IMPACTO ECONOMICO

Para realizar las plantas de tratamiento se necesita de una gran inversión. Dado que el número de las plantas es considerable, y se requieren grandes terrenos, para la construcción de las mismas se utilizan terrenos municipales, por lo tanto la inversión en terreno es nula.

En cuanto a la construcción, la inversión es de 400 U$D/$m^2$.

Se deben aislar las pilas de Compost y camas de Lombricultura del terreno, es por esto que se coloca una Membrana Sintètica de PVC.

En cuanto a los estacionamientos, se considera una superficie de 3000 m^2 por planta, por un total de 100$/$m^2$.

Con respecto a las maquinarias se considera un gran monto en inversión, pero menor del necesario si se hubiera priorizado que los empleados trabajen en 1 o 2 turnos diarios.

La tolva de recepción tiene un valor de $10.000, la cinta de elevación y la de clasificación $15.000 y $25.000 respectivamente. La desgarradora de bolsas $20.000 y $1500 cada carrito volcador. El molino de orgánicos tiene un valor aproximado de $27600, la cinta de derivación de material triturado $15.000 y el carro de transporte de orgánico molido $15.000. El removedor de Compost tiene un valor de $35.720 y cada tractor para el transporte del compost hacia la zona de lombricultura unos $70.000 (puede ser de segunda mano). La inversión total en maquinas es de aproximadamente 29.734.000$ (9.591.600 U$D).

Se debe pagar el sueldo de los operarios, considerando las cargas sociales y vacaciones. Por ello se pagan 13 sueldos. El salario bruto de los operarios de la planta separación, compost y lombricultura es de $700 mensuales, incluyendo cargas sociales. El salario bruto de los empleados administrativos es de $900.

Se debe tener en cuenta un monto anual destinado al mantenimiento de edificios y maquinarias. Este valor se fija en el 1% de las inversiones anualmente.

La inversión total en maquinaria y construcciones para el total de las plantas es de aproximadamente 274.600.000 $ (88.580.000 U$D), siendo la inversión promedio por planta de 10.170.000 U$D (3.163.000 U$D).

Este proyecto no consta de solamente inversiones. Se perciben ingresos con la venta del humus, cuyo precio de venta por tonelada es de $800. Se debe considerar que la productividad de las plantas no es del 100% desde el año cero, sino que se irá incrementando hasta estabilizarse entre los años 5 y 10. Para la realización de este proyecto se supone que el 100% de los Residuos Orgánicos son reciclados.

Concepto	**2007**
Inversiones	**274.594.496 $**
Construccion	177.729.696 $
Terreno	0 $
Estacionamiento	8.400.000 $
Piso Compost	14.290.200 $
Piso Lombricultura	44.440.200 $
Maquinarias	
Tolva de Recepción	4.320.000 $
Cinta de Elevación	1.230.000 $
Desgarrador de Bolsas	1.640.000 $
Cinta de Clasificación	1.125.000 $
Carros Volcadores	4.590.000 $
Molino de Orgànicos	6.596.400 $
Cinta de Derivación de Material Triturado	3.585.000 $
Carro de Transporte de Organicos Molidos	3.585.000 $
Removedor de Compost	893.000 $
Tractores para movilizar Compost y Lombricompuesto	1.890.000 $
Lleadora y selladora de Humus	280.000 $

Tabla 19.1: Inversiones en Maquinaria y Construcción

20. PROBLEMAS ABIERTOS

La realización de este proyecto deja al descubierto varios temas para su posterior desarrollo. Uno de ellos es la ubicación exacta de las CRR con su layout, según la zona, y la optimización del transporte de residuos hacia los mismos.

La educación de la población para realizar la separación de los residuos domiciliaria, disminuiría el tiempo de proceso y lo facilitaría, sin duda este un tema importante a desarrollar.

Un análisis económico en profundidad para evaluar la rentabilidad del proyecto, los riesgos asociados, el tiempo de recupero de las inversiones, el calendario de inversiones y los ingresos que genera este proyecto son temas a desarrollar.

El desarrollo del mismo a nivel nacional, realizando CRR en todas las provincias de la Republica, para así solucionar un crítico problema de la actualidad.

21. CONCLUSIONES

El constante deterioro del medio ambiente aparenta no detenerse al pasar los años. Además de la contaminación producida por los residuos orgánicos, también hay otros problemas medioambientales que hay que solucionar.

Actualmente en Capital Federal y la Provincia de Buenos Aires se generan más de 850.000.000 Tn de residuos anualmente, y esta cifra crece año a año. Este es un problema que afecta a generaciones actuales y va a afectar en mayor medida a las generaciones futuras, debido al crecimiento de la población y las modificaciones en los hábitos de consumo que generan más residuos.

Día a día crece el número de recicladores en la ciudad y el Gran Buenos Aires. Gente de escasos recursos recorre las calles de la ciudad revisando las bolsas y juntando cartones para su posterior venta a plantas recicladoras. Con este proyecto se estaría teniendo en cuenta la crisis social que afecta a la Argentina.

Se resolvería un gran problema actual de la provincia y del mundo, la disposición de los residuos orgánicos con la instalación de 28 CRR que procesarían las más de 3.500.000 Tn de residuos orgánicos que se generan año tras año.

Además de solucionar el problema en cuestión también se debe educar a la población en temas ambientales, enseñar en las escuelas publicas y privadas, en el trabajo, publicar en medios de comunicación como disminuir los residuos generados, evitando utilizar materiales innecesarios, ahorrando en energía y en consumo de recursos naturales no renovables, como el agua y el gas entre otros.

Con este proyecto se intenta mejorar el impacto ambiental generado por los RO fabricando un fertilizante natural para mejorar la calidad del suelo, sin utilizar rellenos sanitarios que lo que hacen es deteriorar el mismo. Es pensado para un futuro con menos problemas ambientales y mayor conciencia sobre los mismos, en donde la población participe activamente en la preservación del medio ambiente.

ANEXO 1 – OPERARIOS POR TURNO, ZONA Y TIPO DE RESIDUO

OPERARIOS POR TURNO													
Cantidad de Operarios por Turno		2007						2008					
Zona	Partidos	Total	RO	R. Patog.	R. Peligr.	R. Constr.	RI	Total	RO	R. Patog.	R. Peligr.	R. Constr.	RI
A	4	11	5	1	1	1	3	11	5	1	1	1	3
B	6	28	14	1	1	1	11	29	15	1	1	1	11
C	7	33	17	1	1	1	13	35	18	1	1	1	14
D	11	63	28	1	1	2	31	67	30	1	1	2	33
E	9	41	19	1	1	1	19	43	20	1	1	1	20
F	6	15	8	1	1	1	4	15	8	1	1	1	4
G	4	12	6	1	1	1	3	12	6	1	1	1	3
H	3	15	8	1	1	1	4	16	9	1	1	1	4
I	4	15	8	1	1	1	4	15	8	1	1	1	4
J	5	12	6	1	1	1	3	12	6	1	1	1	3
K	2	8	3	1	1	1	2	8	3	1	1	1	2
L	2	7	2	1	1	1	2	8	3	1	1	1	2
M	1	7	2	1	1	1	2	8	3	1	1	1	2
N	1	8	3	1	1	1	2	8	3	1	1	1	2
O	3	11	5	1	1	1	3	11	5	1	1	1	3
P	5	47	19	1	1	1	25	50	20	1	1	1	27
Q	2	17	6	1	1	1	8	17	6	1	1	1	8
R	2	12	4	1	1	1	5	14	5	1	1	1	6
S	4	15	6	1	1	1	6	15	6	1	1	1	6
T	2	18	7	1	1	1	8	19	7	1	1	1	9
U	3	19	8	1	1	1	8	21	9	1	1	1	9
V	6	82	35	1	1	2	43	86	36	1	2	2	45
W	7	17	7	1	1	1	7	17	7	1	1	1	7
X	36	1.086	420	5	14	19	628	1.137	440	5	15	20	657
		1.599	**646**	**28**	**37**	**44**	**844**	**1.674**	**678**	**28**	**39**	**45**	**884**

OPERARIOS POR TURNO													
Cantidad de Operarios por Turno		2009						2010					
Zona	Partidos	Total	RO	R. Patog.	R. Peligr.	R. Constr.	RI	Total	RO	R. Patog.	R. Peligr.	R. Constr.	RI
A	4	12	6	1	1	1	3	12	6	1	1	1	3
B	6	31	16	1	1	1	12	32	16	1	1	1	13
C	7	36	19	1	1	1	14	38	20	1	1	1	15
D	11	70	31	1	1	2	35	74	33	1	1	2	37
E	9	45	21	1	1	1	21	47	22	1	1	1	22
F	6	15	8	1	1	1	4	17	9	1	1	1	5
G	4	14	7	1	1	1	4	14	7	1	1	1	4
H	3	16	9	1	1	1	4	17	10	1	1	1	4
I	4	16	9	1	1	1	4	16	9	1	1	1	4
J	5	14	7	1	1	1	4	14	7	1	1	1	4
K	2	8	3	1	1	1	2	9	4	1	1	1	2
L	2	8	3	1	1	1	2	8	3	1	1	1	2
M	1	8	3	1	1	1	2	8	3	1	1	1	2
N	1	8	3	1	1	1	2	8	3	1	1	1	2
O	3	11	5	1	1	1	3	12	6	1	1	1	3
P	5	52	21	1	1	1	28	55	22	1	1	1	30
Q	2	18	6	1	1	1	9	18	6	1	1	1	9
R	2	14	5	1	1	1	6	14	5	1	1	1	6
S	4	16	6	1	1	1	7	17	7	1	1	1	7
T	2	19	7	1	1	1	9	21	8	1	1	1	10
U	3	21	9	1	1	1	9	22	10	1	1	1	9
V	6	90	38	1	2	2	47	95	40	1	2	2	50
W	7	17	7	1	1	1	7	19	8	1	1	1	8
X	36	1.188	460	5	15	21	687	1.240	480	6	16	22	716
		1.747	**709**	**28**	**39**	**46**	**925**	**1.827**	**744**	**29**	**40**	**47**	**967**

OPERARIOS POR TURNO													
Cantidad de Operarios por Turno		2011						2012					
Zona	Partidos	Total	RO	R. Patog.	R. Peligr.	R. Constr.	RI	Total	RO	R. Patog.	R. Peligr.	R. Constr.	RI
A	4	13	6	1	1	1	4	13	6	1	1	1	4
B	6	33	17	1	1	1	13	35	18	1	1	1	14
C	7	40	21	1	1	1	16	41	22	1	1	1	16
D	11	77	35	1	1	2	38	80	36	1	1	2	40
E	9	49	23	1	1	1	23	53	25	1	1	1	25
F	6	17	9	1	1	1	5	17	9	1	1	1	5
G	4	14	7	1	1	1	4	15	8	1	1	1	4
H	3	18	10	1	1	1	5	19	11	1	1	1	5
I	4	16	9	1	1	1	4	18	10	1	1	1	5
J	5	14	7	1	1	1	4	14	7	1	1	1	4
K	2	9	4	1	1	1	2	9	4	1	1	1	2
L	2	8	3	1	1	1	2	8	3	1	1	1	2
M	1	8	3	1	1	1	2	8	3	1	1	1	2
N	1	8	3	1	1	1	2	8	3	1	1	1	2
O	3	12	6	1	1	1	3	12	6	1	1	1	3
P	5	57	23	1	1	1	31	59	24	1	1	1	32
Q	2	19	7	1	1	1	9	20	7	1	1	1	10
R	2	14	5	1	1	1	6	15	5	1	1	1	7
S	4	17	7	1	1	1	7	17	7	1	1	1	7
T	2	21	8	1	1	1	10	22	8	1	1	1	11
U	3	23	10	1	1	1	10	24	11	1	1	1	10
V	6	99	42	1	2	2	52	104	44	1	2	2	55
W	7	19	8	1	1	1	8	20	9	1	1	1	8
X	36	1.290	500	6	16	22	746	1.345	521	6	17	23	778
		1.895	**773**	**29**	**40**	**47**	**1.006**	**1.976**	**807**	**29**	**41**	**48**	**1.051**

OPERARIOS POR TURNO													
Cantidad de Operarios por Turno		2013						2014					
Zona	Partidos	Total	RO	R. Patog.	R. Peligr.	R. Constr.	RI	Total	RO	R. Patog.	R. Peligr.	R. Constr.	RI
A	4	14	7	1	1	1	4	14	7	1	1	1	4
B	6	36	19	1	1	1	14	38	20	1	1	1	15
C	7	43	23	1	1	1	17	45	24	1	1	1	18
D	11	85	38	1	2	2	42	89	40	1	2	2	44
E	9	55	26	1	1	1	26	57	27	1	1	1	27
F	6	18	10	1	1	1	5	18	10	1	1	1	5
G	4	15	8	1	1	1	4	15	8	1	1	1	4
H	3	19	11	1	1	1	5	20	12	1	1	1	5
I	4	18	10	1	1	1	5	19	11	1	1	1	5
J	5	15	8	1	1	1	4	15	8	1	1	1	4
K	2	9	4	1	1	1	2	9	4	1	1	1	2
L	2	8	3	1	1	1	2	8	3	1	1	1	2
M	1	8	3	1	1	1	2	8	3	1	1	1	2
N	1	8	3	1	1	1	2	8	3	1	1	1	2
O	3	12	6	1	1	1	3	13	7	1	1	1	3
P	5	63	25	1	1	2	34	66	27	1	1	2	35
Q	2	20	7	1	1	1	10	22	8	1	1	1	11
R	2	16	6	1	1	1	7	16	6	1	1	1	7
S	4	19	8	1	1	1	8	19	8	1	1	1	8
T	2	23	9	1	1	1	11	24	9	1	1	1	12
U	3	25	11	1	1	1	11	26	12	1	1	1	11
V	6	108	46	1	2	2	57	113	48	1	2	2	60
W	7	21	9	1	1	1	9	21	9	1	1	1	9
X	36	1.401	543	6	18	24	810	1.458	565	6	19	25	843
		2.059	**843**	**29**	**43**	**50**	**1.094**	**2.141**	**879**	**29**	**44**	**51**	**1.138**

OPERARIOS POR TURNO							
Cantidad de Operarios por Turno		2015					
Zona	**Partidos**	**Total**	**RO**	**R. Patog.**	**R. Peligr.**	**R. Constr.**	**RI**
A	4	14	7	1	1	1	4
B	6	39	20	1	1	1	16
C	7	47	25	1	1	1	19
D	11	92	41	1	2	2	46
E	9	59	28	1	1	1	28
F	6	20	11	1	1	1	6
G	4	17	9	1	1	1	5
H	3	21	12	1	1	1	6
I	4	19	11	1	1	1	5
J	5	16	8	1	1	1	5
K	2	9	4	1	1	1	2
L	2	8	3	1	1	1	2
M	1	8	3	1	1	1	2
N	1	9	4	1	1	1	2
O	3	14	7	1	1	1	4
P	5	69	28	1	1	2	37
Q	2	22	8	1	1	1	11
R	2	16	6	1	1	1	7
S	4	19	8	1	1	1	8
T	2	25	10	1	1	1	12
U	3	27	12	1	1	1	12
V	6	118	51	1	2	2	62
W	7	22	10	1	1	1	9
X	36	1.518	588	7	19	26	878
		2.228	**914**	**30**	**44**	**52**	**1.188**

ANEXO 2: EQUIPOS AUXILIARES

1. BASCULA ELECTRONICA DIGITAL PORTATIL DE PLATAFORMA[15]

La Bascula se utiliza para pesar las cantidades de Compost Obtenida luego de finalizado el proceso.

Datos Técnicos:

- Medida: 600 x 600 mm
- Display de Gabinete de Acero Inoxidable
- Construcción de la base: Acero con Epoxi
- Indicación de peso: 300 Kg +/- 50 grs.

2. PRENSA VERTICAL PARA PLASTICOS / CARTON / TRAPOS

La prensa vertical DEISA HLS 4035 para Plásticos, Cartón y Trapos se utiliza para compactar estos materiales.

Datos Técnicos:

- Fuerza de prensado 30 ton.
- Fardos con dimensiones de 0.4 x 0.8 x 0.8m.
- Actuación electrohidráulica, comando con válvula manual y enclavamientos de seguridad.

3. SISTEMA LIVIANO DE MOLIENDA DE PLÁSTICOS

Dimensiones aproximadas: Longitud: 24 metros. Ancho 3.5 metros. Altura 2.5 metros.

---

[15] Fuente: DEISA

Estructura de soporte y plataforma construida con largueros de perfil UPN100 y UPN140, travesaños de perfil UPN140, patas en perfil compuesto (formando tubo) 2 x UPN100, travesaños menores en L38x3.2, diagonales en L38x4.7.

Piso de metal desplegado pesado 12 kg/m2.

El ancho mínimo neto de pasarela (descontando el ancho de las bocas de descarga) será de 600 mm, para lograr una circulación cómoda de los operarios.

Dos escaleras desarrolladas para acceso a la zona superior, con largueros en UPN100, y escalones antideslizantes. Huella 0.3 m y contrahuella 0.25 m.

Las escaleras y la plataforma superior estarán provistas de barandas reglamentarias de altura 1.05 m, con pasamanos de tubo diámetro 2", guardarodillas en perfil L32x3.2 y guardapiés en planchuela de altura 100 mm.

12 conductos de descarga de materiales seleccionados, de 600 x 400 mm de sección, construidos en chapa laminada en caliente espesor 1.6 y 3.2 mm, borde superior plegado ubicado a la misma altura que la baranda de contención de la cinta, con refuerzos de L38x4.7 y planchuelas de L38x4.7. Todo el conjunto será fijado sobre el piso mediante brocas metálicas expansivas. Poseerá una gran resistencia y rigidez estructural, a los efectos de evitar cualquier tipo de vibraciones o desplazamientos de la estructura durante las mas severas condiciones de operación, y asegurar las mayores condiciones de seguridad y comodidad de trabajo para los operarios durante toda la vida útil de la instalación.

4. PRENSA HORIZONTAL PARA ENVASES Y LATAS[16]

Compactador horizontal DEISA HLS 4035 para prensar envases y latas.

Alta capacidad de compactación, para lograr fardos con dimensiones de 0.4 x 0.35 x 0.4m. Fuerza de prensado 15 ton.

Actuación electro hidráulica, comando con válvula manual y enclavamientos de seguridad.

---

[16] Fuente: DEISA

Motor 5.5 CV 1500 RPM trifásico normalizado IEC, bomba hidráulica de engranajes y tanque de aceite de gran capacidad.

Estructura cerrada, sin partes móviles a la vista. Cámara de compactación con tapa superior en el sector de carga.

Con eyector de fardos.

5. SISTEMA LIVIANO DE MOLIENDA DE PLÁSTICOS

5.1. MOLINO GRANULADOR DEISA[17]

Configuración para trituración de envases plásticos.

Cámara de molienda ancho 370 mm

Rotor diámetro 370 mm con 3 cuchillas de acero.

Motor eléctrico trifásico normalizado de 10 CV – 1500 RPM.

Transmisión mediante poleas y correas en V.

Eje en acero SAE4140 bonificado, montado sobre rodamientos de rodillos, en soportes bipartidos, con retenes de obturación, con volantes inerciales.

3 cuchillas móviles en acero especial K (DIN - X 210 CRW 12) tratado térmicamente. Carcaza en chapa laminada en caliente espesor 4.7 y 6.3 mm. Tres contracuchillas en acero Especial K (DIN - X 210 CRW 12) tratado termicamente.

Grilla de pasaje en chapa de acero SAE1010 perforada. Con diversas opciones de diámetro de perforación, para regular el tamaño de molienda.

Base de apoyo construida en caños de acero. No requiere obra civil especial.

---

[17] Fuente: DEISA

Tolva de alimentación en chapa de espesor 2.0 mm, con refuerzos de perfilería metálica. Boca de alimentación ancho 370 mm, altura 260 mm.

Comando eléctrico integrado en el panel centralizado de la instalación con pulsadores de marcha y parada, contactor con relevo térmico.

Pintado con dos manos de fondo anticorrosivo y dos manos de pintura sintética.

5.2. CINTA DE CARGA

- Longitud: 3 metros. Inclinación: 30 grados.
- Ancho de banda: 500 mm (16”). Potencia: 1.5 CV.
- Moto reductor sinfín-corona montado directamente sobre el eje.
- Bastidor y cuna de deslizamiento en chapa espesor 2 mm.
- Retorno de banda sobre rodillos de apoyo montados sobre rodamientos.
- Banda transportadora resistente a desgarramiento, con placas transversales de empuje.

Tolva de carga capacidad 0.6 m3, construida en chapa de acero al carbono espesor 1.6 mm. La inclinación de salida de la cinta permite la alimentación autoregulada al molino.

Comando eléctrico integrado en el panel centralizado de la instalación con pulsadores de marcha y parada, contactor con relevo térmico.

Pintada con dos manos de fondo anticorrosivo y dos manos de pintura sintética.

5.3. SISTEMA NEUMÁTICO DE DESCARGA:

Ventilador 1.5 CV – 3000 RPM

Conducto de transferencia a ciclón longitud: 5 metros, con 3 curvas de 90 grados.

Comando eléctrico integrado en el panel centralizado de la instalación con pulsadores de marcha y parada, contactor con relevo térmico.

Pintado con dos manos de fondo anticorrosivo y dos manos de pintura epoxi.

GLOSARIO

Residuos Sólidos Urbanos: los que se originan en la actividad doméstica y comercial de ciudades y pueblos. Comprenden basura, muebles y electrodomésticos viejos, embalajes y desperdicios de la actividad comercial, restos del cuidado de los jardines, la limpieza de las calles, etc.

Residuos Orgánicos: de origen biológico. Tienen la característica de poder desintegrarse o degradarse rápidamente, transformándose en otro tipo de materia orgánica

Residuos Inorgánicos: de origen industrial, antrópicos o no naturales de descomposición natural muy lenta. Muchos de ellos son de origen natural pero no son biodegradables, por ejemplo los envases de plástico, telas, plásticos, y cartones entre otros.

Residuos Peligrosos: Son materiales sólidos, líquidos o gaseosos que contienen sustancias que por su composición, posibilidad de combinación o mezcla representan un riesgo para la salud humana, los recursos naturales y el medio ambiente.

PPC (Producción per capita promedio): Cantidad (en Kg.) de residuos generada por habitante en promedio diariamente.

Compost: transformación biológica de la materia orgánica que contienen los residuos de lo que resulta un producto orgánico de características importantes en la fertilización de todo tipo de terrenos agrícolas.

Pila de Compost: Materia Orgánica apilada para la realización del compost.

Lombricultura: Cría de lombrices para la fabricación de humus.

Vermicompost: Humus obtenido mediante la lombricultura.

Cama de Lombricultura: Superficie en donde se depositan las lombrices para la realización del vermicompost. Debe estar provista de materia orgánica.

BIBLIOGRAFÍA

Boll, J. 2005. Marco legal y ubicación estratégica de los futuros rellenos sanitarios de Buenos Aires. Congreso y Exposición Mundial "ISWA 2005". Páginas 34-35. Editorial Arte y Letras. Argentina.

Coordinación Ecológica del Área Metropolitana Sociedad del Estado. 2007. www.ceamse.gov.ar. Página vigente al 07/07.

Desarrollo de Equipos Industriales. 2007. www.deisa.com.ar. Página vigente al 07/07.

Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires. 2007. www.buenosaires.gov.ar. Página vigente al 07/07

Gobierno de la Provincia de Buenos Aires. 2007. www.gba.gov.ar. Página vigente al 07/07.

Guntnur, R. 2005. Cierre y restauración de rellenos ilegales – proyecto de remediación del relleno Deepwood/Loop. Congreso y Exposición Mundial "ISWA 2005". Páginas 88-89. Editorial Arte y Letras. Argentina.

Gutiérrez, A. 1999. La Tierra, la desconocida de siempre. Revista La Nación. Edición Nº 1543. Página 36-37.

Gutiérrez, L. 2007. *Rellenos Sanitarios.* **http://www.frbb.utn.edu.ar/utec/14/n0.html**. Página vigente al 07/07

Instituto Nacional de Estadística y Censos. 2007. www.indec.gov.ar. Página vigente al 07/07.

Márquez Oropeza, E. 2005. Modelo de respaldo de decisiones para un sistema de gestión de residuos sustentable. Congreso y Exposición Mundial "ISWA 2005". Páginas 12-13. Editorial Arte y Letras. Argentina.

Petersen, C. 2005. Análisis de residuos desde otras perspectivas: El análisis de residuos como una herramienta dinámica en la planificación de la gestión de residuos. Congreso y Exposición Mundial "ISWA 2005". Páginas 39-40. Editorial Arte y Letras. Argentina.

Plaza, G. 2005. Gestión Integral de residuos solidos domiciliarios para mitigar el cambio climático en la provincia de Salta. Congreso y Exposición Mundial "ISWA 2005". Páginas 74-75. Editorial Arte y Letras. Argentina.

Robles Blanco, F, T. 2006. *Compost Doméstico, Ecológico y Económico*. http://www.ecoportal.net/content/view/full/33335. Página vigente al 07/07

Sánchez de Pinto, M. 2005. Compostaje y Lombricompostaje de residuos Frutihortícolas. Congreso y Exposición Mundial "ISWA 2005". Páginas 66-67. Editorial Arte y Letras. Argentina.

Solans Lampurlanes, X. *Plantas de compostaje para el tratamiento de residuos: riesgos higiénicos.* http://www.mtas.es/insht/ntp/ntp_597.htm. Página vigente al 07/07.

Municipalidad de Bragado. www.bragado.gov.ar. Página vigente al 07/07.

Municipalidad de Coronel Pringues. 2007. www.coronelpringles.gov.ar. Página vigente al 07/07.

Municipalidad de La Matanza. 2007. www.lamatanza.gov.ar. Página vigente al 07/07.

Municipalidad de Olavarría. 2007. www.olavarría.gov.ar. Página vigente al 07/07.

Municipalidad de Tapalqué. 2007. www.tapalque.gov.ar. Página vigente al 07/07.