



Pro Patria ad Deum

UNIVERSIDAD FASTA
DE LA FRATERNIDAD DE AGRUPACIONES SANTO TOMÁS DE AQUINO

Facultad de Ingeniería

Proyecto Final en Ingeniería Ambiental

***“Bases para la Gestión Integral
de Residuos Sólidos Urbanos
de la Ciudad de Tres Arroyos”***

Alumno: Alejandro Alvarado

Director: Ing. Máximo Menna

Marzo de 2010

CAJA - A02
20721

Prólogo

En Tres Arroyos, la Gestión de los Residuos Sólidos es una asignatura pendiente tanto para las autoridades como para su población, haciendo necesario, en una ciudad de su tamaño, contar con un sistema de gestión de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU).

Las ciudades grandes y medianas tienen un consumo alto de productos y servicios, como consecuencia, generan mayor cantidad de residuos, en cambio, ciudades pequeñas, como Tres Arroyos, esta generación es más baja, no sólo por su tamaño sino también por el poder adquisitivo promedio de las personas que viven en ella.

En este trabajo se diseñó y ejecutó un programa de muestreo de RSU, con clasificación en origen, y por lo tanto participación ciudadana, que permitió conocer algunas particularidades de los usos y costumbres de la población, con más detalles.

A partir de los datos básicos obtenidos, se generaron propuestas para algunos de los componentes principales de la Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos (GIRSU) de la Ciudad de Tres Arroyos, y se diseñó un módulo compuesto por dos celdas con los requerimientos de la normativa específica vigente, y para ser operadas por el método de Relleno Sanitario.

El desarrollo de este trabajo incluyó tareas de Diseño, Proyecto, Actividades de formación educativa a la población, generando conocimientos respecto de la composición porcentual y la tasa de generación de los RSU de la Ciudad de Tres Arroyos, que resultan fundamentales para adecuarse a la Ley Provincial de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos N°13.592 y la Resolución N°1.143 sobre Rellenos Sanitarios, permitiendo determinar la escala y las características de los distintos componentes de la futura gestión integral de residuos a implementarse a corto plazo.

Índice

CAPÍTULO I.....	5
1. Problemática de los Residuos Sólidos Urbanos.....	6
1.1. Introducción.....	6
1.1.1. La situación actual.....	6
1.1.2. Efectos de los Residuos Sólidos sobre la Salud del Hombre.....	7
1.1.3. Efectos de los Residuos Sólidos en el Ambiente.....	8
CAPÍTULO II.....	10
2. Antecedentes.....	11
2.1. Antecedentes.....	11
2.1.1. Antecedentes sobre Muestreos de RSU en la región.....	11
2.1.2. Antecedentes sobre Datos de Recuperación de RSU.....	12
2.1.3. Antecedentes de Planes GIRSU.....	12
2.2. Objetivos del Proyecto Final.....	13
2.2.1. Objetivo General.....	13
2.2.2. Objetivos Específicos.....	14
CAPÍTULO III.....	15
3. Marco Legal.....	16
3.1. Legislación Nacional.....	16
3.2. Legislación de la Provincia de Buenos Aires.....	16
3.3. Legislación del Partido de Tres Arroyos.....	17
3.4. Estrategia Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos.....	17
3.5. Nota al Final del Capítulo 3.....	17
CAPÍTULO IV.....	19
4. Partido de Tres Arroyos.....	20
4.1. Breve descripción de la evolución histórica del Partido.....	20
4.2. Caracterización del Medio Físico.....	22
4.2.1. Características Geomorfológicas Generales.....	22
4.2.2. Hidrología Subterránea.....	23
4.2.3. Hidrología Superficial.....	24
4.2.4. Características Climáticas.....	25
4.2.4.1. Temperatura.....	25
4.2.4.2. Precipitaciones.....	25
4.2.4.3. Humedad Relativa.....	26
4.2.4.4. Vientos.....	27
4.2.4.5. Heladas.....	27
4.2.5. Atmósfera.....	27
4.3. Características Principales del Partido.....	27

4.4. La Gestión de los RSU en la Ciudad de Tres Arroyos.	28
4.5. Experiencia de Recuperación de RSU en el Partido.	30
4.6. Nota al Final del Capítulo 4.	33
CAPÍTULO V.	34
5. Muestreo de RSU en la localidad de Tres Arroyos.....	35
5.1. Descripción del Muestreo RSU.	35
5.1.1. Características de la Muestra.....	35
5.1.2. Características de la Clasificación Primaria.	35
5.1.3. Característica de la recolección diferenciada.	35
5.1.4. Característica del Transporte a la Disposición Final.	35
5.1.5. Característica de la balanza utilizada.	36
5.2. Metodología Operativa del Muestreo.	36
5.2.1. Descripción Cronológica del Desarrollo del Muestreo.	37
5.2.2. Recolección diferencia de RSU.	39
5.2.3. Cuantificación de los residuos clasificados.	39
5.3. Resultados del Muestreo.	42
5.4. Determinación de la Densidad de RSU no compactados.	43
5.4.1. Medición del volumen de las muestras.	43
5.4.2. Medición del peso de las muestras.	44
5.4.3. Cálculo de la Densidad de las muestras.	44
5.5. Encuesta a los Participantes.	44
5.5.1. Característica de la Consulta.	44
5.5.2. Análisis de las Encuestas completadas.	45
5.5.2.1 Respecto al Muestreo.	46
5.5.2.2 Respecto de la Gestión de los Residuos en Tres Arroyos.	47
5.5.2.3 Respecto de la Gestión de los Residuos en Otras Localidades de la Región.	49
5.5.3. Conclusiones generales de la Encuesta.	50
5.6. Nota al Final del Capítulo 5.	50
CAPÍTULO VI.	52
6. Propuesta de Bases para la GIRSU.	53
6.1. Nota al Final del Capítulo 6.	50
CAPÍTULO VII.	57
7. Plantas de Recuperación de RSU.....	58
7.1. Plantas de Recuperación de RSU en Prov. de Buenos Aires.	58
7.2. Conclusiones sobre Plantas de Recuperación de RSU.	65
CAPÍTULO VIII.	66
8. Relleno Sanitario.	67

Proyecto Final en Ingeniería Ambiental
***“Bases para la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos
de la Ciudad de Tres Arroyos”***



**UNIVERSIDAD
FASTA**

**FACULTAD DE
INGENIERÍA**

8.1. Introducción.	67
8.2. Ventajas del Relleno Sanitario.	68
8.3. Desventajas del Relleno Sanitario.	69
8.4. Requerimientos para el Diseño del Relleno Sanitario.	70
8.5. Diseño de una celda del Relleno Sanitario.	72
8.5.1. Cálculo del volumen de la celda.	72
8.5.1.1. Volumen de los RSU.	73
8.5.1.2. Volumen del Relleno Sanitario.	73
8.5.1.3. Cálculo aproximado del área necesaria.	74
8.5.1.4. Cálculo de una Celda Trapezoidal.	75
8.5.1.4.1. Cálculo sin considerar mejora en la Gestión de RSU.	76
8.5.1.4.2. Cálculo incorporando una Planta de Recuperación de RSU	79
8.5.1.4.3. Cálculo incorporando una Planta de Tratamiento de la	
Fracción Orgánica para producción de Compostaje/Biogás.	81
8.5.1.4.4... Cálculo incorporando una Planta de Recuperación de RSU y	
una Planta de Tratamiento de la Fracción Orgánica para producción de	
Compostaje/Biogás.	82
8.6. Nota al Final del Capítulo 8.	82
CAPÍTULO IX.	84
9. Conclusiones.	85
9.1. Respecto al Marco Legal.	85
9.2. Respecto al Partido de Tres Arroyos.	85
9.3. Respecto al Muestreo de RSU.	86
9.4. Respecto a las Plantas de Recuperación de RSU.	86
9.5. Respecto al Relleno Sanitario.	86
9.6. Respecto al desarrollo del Proyecto Final.	86
BIBLIOGRAFÍA.	88
Bibliografía.	89
Páginas Web Oficiales.	91
AGRADECIMIENTOS.	93
ABREVIATURAS Y SIGLAS.	95
ANEXOS.	98



CAPÍTULO I
***“Problemática de los
Residuos Sólidos Urbanos”***

1. Problemática de los Residuos Sólidos Urbanos.

1.1 Introducción.

"El problema de los residuos sólidos, en la gran mayoría de los países, y particularmente en determinadas regiones, se viene agravando como consecuencia del acelerado crecimiento de la población y concentración en las áreas urbanas, del desarrollo industrial, los cambios de hábitos de consumo y mejor nivel de vida, así como también debido a otra serie de factores que conllevan a la contaminación del medio ambiente y al deterioro de los recursos naturales"¹

1.1.1. La situación actual.

Actualmente y en correspondencia a la situación mundial, que favorece al desarrollo de la vida urbana, con una mayor concentración poblacional, tiene como consecuencia una mayor producción de residuos sólidos. Ocupando estos, un papel importante entre los distintos factores que afectan la calidad de vida de la población. Es por ello, que resulta importante la implementación de Sistemas GIRSU, dando soluciones para resolver o minimizar problemas como el manejo y disposición final de los RSU.

Con respecto a nuestro país, se ha legislado a nivel nacional y provincial para mejorar y encaminar la problemática de los RSU hacia una gestión integral de los mismos.

En lo que respecta a la ciudad de Tres Arroyos, esta no se encuentra ajena a la problemática de los residuos, teniendo deficiencias tanto en la recolección como en la disposición final de los mismos. En correspondencia con esta situación indeseada, este trabajo resulta oportuno, pertinente, y cuenta con el apoyo institucional de la actual gestión municipal.

¹ Residuos Sólidos Municipales, Programa de Salud Ambiental - Serie Técnica N°18 - Organización Panamericana de la Salud.

1.1.2. Efectos de los Residuos Sólidos sobre la Salud del Hombre.

La Organización Panamericana de la Salud en línea con la Organización Mundial de la Salud manifiesta que: "La importancia de los residuos sólidos como causa directa de enfermedades no esta bien determinada. Sin embargo, se les atribuye una incidencia en la trasmisión de enfermedades, al lado de otros factores principalmente por vías indirectas."²

Para entender claramente los efectos de los residuos sólidos sobre la salud de las personas, tenemos que separar entre los Riesgos Directos y los Indirectos.

- **Riesgos Directos:**

Estos son causados por el contacto directo con los residuos, que a veces contiene restos de materia orgánica no sanitaria, como excremento humano o de animales, siendo las personas mas expuestas a estos riesgos los recolectores del sistema formal, y los recolectores informales, comúnmente llamados cirujas o cartoneros. En estos grupos de riesgo se da una incidencia más alta de parásitos intestinales que en el resto de la población. Además también experimentan tasas más altas de lesiones en las manos, los pies, espalda, hernias, enfermedades respiratorias y dérmicas entre otras.

- **Riesgos Indirectos:**

Estos son causados por el manejo inadecuado de los residuos y afectan a la población en general. Se originan por la proliferación de vectores de enfermedades como moscas, mosquitos, ratas o cucarachas, que encuentran en los residuos, su alimento y las condiciones adecuadas para su reproducción (Tabla 1).

² Residuos Sólidos Municipales, Programa de Salud Ambiental - Serie Técnica N°18 - Organización Panamericana de la Salud.

Tabla 1: Vectores de trasferencias de enfermedades.

Vector	Enfermedad	Vector	Enfermedad
Moscas	Fiebre tifoidea Salmonelosis Disenterías Diarrea infantil Otras infecciones	Mosquitos	Malaria Fiebre Amarilla Dengue Encefalitis Vírica
Cucarachas	Fiebre tifoidea Gastroenteritis Infecciones intestinales Disenterías Diarrea Lepra Intoxicación alimenticia	Ratas	Peste bubónica Tifus murino Leptospirosis Fiebre de Harverhill Rickettsiosis vesiculosa Enfermedades diarreicas Disenterías Rabia

Fuente: Residuos Sólidos Municipales, Programa de Salud Ambiental
 Serie Técnica N°18 - Organización Panamericana de la Salud.

1.1.3. Efectos de los Residuos Sólidos en el Ambiente.

El efecto ambiental más notorio que provoca la inadecuada gestión de los residuos, principalmente en la disposición final, por el desmejoramiento en cuanto a lo estético tanto en el sector urbano como en el paisaje aledaño.

- **Contaminación del Agua:**

La contaminación de las aguas, ya sean superficiales o subterráneas, es el efecto ambiental más importante, pero menos reconocido. Se produce principalmente por los lixiviados generados en los “basureros a cielo abierto” que no poseen ningún tipo de impermeabilización, ni control sobre el contacto de aguas de lluvia con los residuos que luego terminan en cursos de agua superficiales como arroyos o ríos.

- **Contaminación del Suelo:**

La contaminación de los suelos, produce además de un deterioro estético, una desvalorización inmobiliaria tanto del terreno como del área que lo rodea. Esto se debe a la acumulación a cielo abierto de residuos, produciendo la contaminación por la acumulación de distintas sustancias depositadas sin ningún control o tratamiento.

- **Contaminación del Aire:**

La contaminación de la atmósfera es producida por las quemadas indiscriminadas en los "basureros a cielo abierto", y reduce considerablemente la visibilidad, provocando irritaciones nasales y oculares, además de aumentar las molestias originadas por los olores nauseabundos, degradando la calidad de vida de la población aledaña. En el caso de que estos se ubiquen cerca de una ruta importante, aumentan el riesgo de accidentes de tránsito.

CAPÍTULO II

"Antecedentes"

2. Antecedentes.

2.1 Antecedentes.

Si bien, la GIRSU ya ha sido estudiada y aplicada en diferentes lugares del mundo, y actualmente se está fomentando su implementación en Argentina, mediante el Programa Nacional de Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos (PNGIRSU) que se administra desde la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable (SAYDS) de la Nación, que desde el año 2005 se jerarquizó dependiendo directamente de la Jefatura de Gabinete de Ministros. Sin embargo, sólo existen pocas experiencias previas a este trabajo, sobre muestreo y Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos (GIRSU).

2.1.1. Antecedentes sobre Muestreos de RSU en la región.

En general cuando se informa sobre cantidades y tasa de generación de RSU, la mayoría de las metodologías utilizadas para generar dicha información ha sido, por simplicidad y bajo costo, el muestreo de camiones recolectores con conocimiento del sector generador de residuos en cada localidad en cuestión. Esta ha sido una metodología difundida y aplicada por la empresa Coordinación Ecológica Área Metropolitana Sociedad de Estado (CEAMSE) en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (CABA), en el Gran Buenos Aires (GBA) y en localidades de la Provincia de Buenos Aires (PBA), las cuales han sido asesoradas y/o prestados sus servicios.

En 1.997, la Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMDP) a través del Grupo de Estudios de Energías Alternativas y Ambiente (GEEAA) realizó junto a la Municipalidad de General Pueyrredón (MGP) un muestreo anual estratificado que conforma la mejor base de datos existente sobre el tema (*Anexo I*).

Asimismo en otra escala de trabajo en la localidad de Mar de las Pampas, Pdo. de Villa Gesell, en Febrero y Agosto de 2008, se realizó un muestreo de RSU que incluyó los residuos domiciliarios y los generados en la actividad gastronómica del centro comercial de dicha localidad. Esta actividad fue realizada en

el marco de la Tesis de Maestría en Ing. Ambiental-UTN del Ing. Máximo Menna. (Los resultados se presentan en el *Anexo II*).

2.1.2. Antecedentes sobre Datos de Recuperación de RSU.

En el ámbito internacional, existen numerosos ejemplos de páginas web que informan sobre cantidades de residuos procesados en plantas de recuperación.

En lo que a casos regionales se refiere, las páginas web oficiales que informan sobre recuperación de RSU en plantas de diferentes municipios, tanto de pequeñas como de medianas y grandes localidades, en general, no son periódicamente actualizadas y algunos solo presentan los datos de su primeros periodos de operación, principalmente en las pequeñas localidades, por lo que se asume que se debe al déficit en la formación y capacitación del personal municipal para llevar a cabo dicha tarea.

Más adelante, se describe detalladamente el relevamiento realizado en la planta de Separación de RSU de la localidad de San Francisco de Bellocq del Partido de Tres Arroyos (Punto 4.5).

2.1.3. Antecedentes de Planes GIRSU.

Desde el año 2005 la SAyDS de la Nación promueve la implementación de planes GIRSU mediante el Programa Nacional de Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos. Este programa nacional que baja líneas a las provincias para que estas a su vez lo hagan con los municipios, tiene una particularidad excepcional, que es el caso de la ciudad de Mar del Plata.

Mar del Plata se adelantó a la provincia de Buenos Aires, a la que pertenece, en la generación de la normativa específica por medio de la Ordenanza N°16.593 promulgada el día 28 de Diciembre de 2004 (Exp. 1569-P-2003) y la conformación estratégica y oportuna de la Unidad Ejecutora Municipal que determino los lineamientos mínimos del Plan Director GIRSU y las consecuentes licita-

ciones que detallan los proyectos de los distintos componentes de dicho Plan Director, de los cuales actualmente están en proceso licitatorio el Relleno Sanitario y la Plata de Recuperación de RSU.

La normativa citada se complementó con un convenio en el marco del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) que fue previsto en la misma. El beneficio más importante que brinda el PNGIRSU es la financiación de los distintos componentes, como así también el asesoramiento técnico correspondiente, siendo este último el que conforma la Unidad Ejecutora Nacional que interactúa con la Unidad Ejecutora Municipal de MGP.

2.2 Objetivos del Proyecto Final.

Los objetivos del presente trabajo se basan en los antecedentes relacionados a la gestión de RSU presentados anteriormente, por lo que se definió el objetivo general y los particulares, teniendo en cuenta además las particularidades de la ciudad de Tres Arroyos, que son desarrolladas más adelante. Para ello se relevó el estado de situación y se analizaron las condiciones básicas para una futura implementación a corto plazo de un sistema de Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos para la ciudad de Tres Arroyos. Para lo cual se han analizado varios aspectos de la gestión actual, así como también se realizó un muestreo de RSU, con el objeto de conocer la calidad y la cantidad de los residuos, brindando criterios y pautas más adecuados para tener en cuenta en el diseño como para la implementación de la GIRSU.

2.2.1. Objetivo General.

Generar conocimiento sobre tasa y composición de los Residuos Sólidos Urbanos para la ciudad de Tres Arroyos, y proponer bases para un Sistema de Gestión Integral.

2.2.2. Objetivos Específicos.

Los objetivos específicos derivados del anterior son los siguientes:

- Obtener características ambientales propias de la ciudad de Tres Arroyos, y su relación con la situación del sector RSU.
- Evaluar casos regionales de experiencias de alternativas de gestión en otras ciudades, para detectar las fortalezas y debilidades de las mismas.
- Obtener datos y opinión de la población local relacionadas a las gestión de RSU con el fin de conocer intereses para la aceptación social de la propuesta GIRSU.
- Obtener datos confiables sobre generación y composición de los RSU, para ajustar los parámetros de diseño de los componentes de la futura GIRSU, como del Sistema de Recolección, Separación en Origen, Planta de Recuperación y Disposición Final.
- Diseñar un modulo de Relleno Sanitario, dado que este es el componente más importante de la GIRSU.
- Evaluar el escenario actual y relacionarlo con el escenario futuro ante la implementación de las bases propuestas.

CAPÍTULO III

“Marco Legal”

3. Marco Legal.

En este capítulo se presenta el Marco Normativo general y específico relacionado al sector RSU, a nivel nacional, provincial y municipal.

3.1 Legislación Nacional.

- Ley N°25.675.- Ley General del Ambiente (Sancionada el 6/11/2002; Promulgada parcialmente por Dec. 2413 / 2002: 27/11/2002 y Publicada el 28/11/2002).-
- Ley N°25.831.- Ley de Información Pública Ambiental (Sancionada el 26/11/2003; Promulgada el 6/1/2004 y Publicada el 7/1/2004).-
- Ley N° 25.916.- Ley de Gestión de Residuos Sólidos Domiciliarios (Sancionada el 4/8/2004; Promulgada el 3/9/2004)

3.2 Legislación de la Provincia de Buenos Aires.

- Ley N° 11.723.- Ley Integral del Ambiente y Recursos Naturales (Sancionada el 26 / 11 / 2003; Promulgada el 6 / 1 / 2004 y Publicada el 7 / 1 / 2004).-
- Ley N° 13.592.- Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (Sancionada el 14 / 12 / 2006; Promulgada por Decreto 3401 / 2006: 14 / 12 / 2006 y Publicada el 20 / 12 / 2006).-
- Res. 1142/02. Registro Provincial de Tecnologías de Recolección, Tratamiento, Transporte y Disposición Final de Residuos Sólidos Urbanos. Sancionada el 13 de agosto de 2002-
- Res. 1143/02. Pautas para la Disposición Final de RSU en la Provincia de Bs. As. Sancionada el 13 de agosto de 2002.

3.3 Legislación del Partido de Tres Arroyos.³

A nivel local, la normativa relacionada se limita, exclusivamente a cuestiones sobre la recolección. Por lo que no merecen mayores comentarios en este informe.

3.4 Estrategia Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos.

La generalizada deficiencia en la gestión de los RSU requiere de una planificación nacional que revierta y corrija, en los casos que sea necesario, los problemas derivados de manejos inadecuados de los residuos, mediante la aplicación de un modelo sistematizado de gestión, homogéneo y adaptable a cada lugar. En este sentido, la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable (SAyDS) elaboró la Estrategia Nacional para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos (ENGIRSU), que plantea las soluciones tendientes a la implementación de una Gestión adecuada de residuos sólidos urbanos en todo el país.

Tchobanoglous G., *et al*, 1998, define a la GIRSU es el conjunto de actividades interdependientes y complementarias que conforman un proceso para el manejo de los RSU, con el objeto de proteger el ambiente y la calidad de vida de la población. Sus etapas comprenden: Generación, Higiene Urbana, Recolección, Transferencia, Transporte, Tratamiento y Disposición Final.

3.5 Nota al Final del Capítulo 3

A nivel nacional y provincial existe la legislación necesaria para llevar a cabo una GIRSU, en cambio a nivel local existe una deficiencia en tal aspecto, que debe ser revertida. Como consecuencia, este trabajo pretende, a nivel local, dar la información básica para legislar en relación a los distintos componentes de la GIRSU como Relleno Sanitario, tratamiento de la fracción orgánica, Plantas de

³ El archivo de las Ordenanzas y Decretos de la Municipalidad del Partido de Tres Arroyos, no se encuentra digitalizado, y la búsqueda de normativa específica resultó una tarea compleja que brindo poco en lo que a este Proyecto Final se refiere.

Proyecto Final en Ingeniería Ambiental
***“Bases para la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos
de la Ciudad de Tres Arroyos”***



clasificación de RSU, clasificación en origen y recolección diferenciada, e inclusión social de la comunidad de recuperadores informales (cartoneros y/o cirujas).

CAPÍTULO IV

“Partido de Tres Arroyos”

4. Partido de Tres Arroyos.

4.1 Breve descripción de la evolución histórica del Partido.

Con la construcción de los fortines de Arroyo Seco, y Tapera de Savino, el establecimiento del Campamento de Tres Arroyos, y la radicación del Coronel Benito Machado en la zona, comienzan a configurarse los primeros caseríos, en torno a las guarniciones. En el año 1865 la sanción del proyecto por parte de la Legislatura de la Provincia de Buenos Aires crea 27 partidos, entre ellos Tres Arroyos (Figuras 1 y 2). La fundación de la ciudad se realizó casi veinte años más tarde de la petición original del Cnel. Benito Machado para radicar un pueblo en la zona, en el año 1884.

El agrimensor Vicente Souza realiza la mensura de ocho leguas cuadradas según la norma del decreto fundacional. La llegada de la línea férrea procedente de Benito Juárez en 1886 contribuye a la consolidación y crecimiento del pueblo y su entorno rural.

En enero de 1908, se produjo la declaración como ciudad de Tres Arroyos, la que fue acompañado por el desarrollo y consolidación, que se vio traducida en la creación de distintas instituciones públicas y privadas.

Las dos primeras décadas del siglo 20 traen aparejadas la materialización de equipamientos urbanos en salud y educación, y la provisión de infraestructura básica, principalmente electricidad y pavimento.

Con la habilitación de la Ruta Nacional N° 3, ya pavimentada, comienza a funcionar fluidamente el transporte de ómnibus y camiones. El crecimiento de los servicios que ofrece Tres Arroyos, va acompañado de un estancamiento de la población rural generándose migraciones internas en busca de mejores condiciones de vida. Tres Arroyos vive en estos años la crisis del sector metalúrgico, el

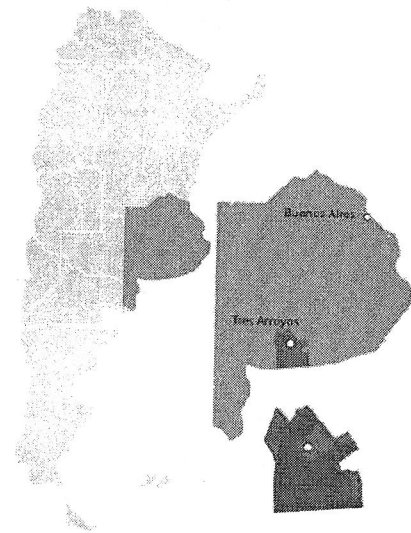


Figura 1: Ubicación del Partido de Tres Arroyos en la Prov. de Buenos Aires y en la República Argentina

más importante de la zona, que afecta en alguna medida el desarrollo económico y social de la ciudad.

Durante la década del 60, Tres Arroyos incorpora los servicios de gas natural, agua corriente y cloacas. Con la pavimentación y/o mejoramiento de las principales rutas de acceso del partido, se mejoran las relaciones entre campo y la ciudad con su entorno regional.

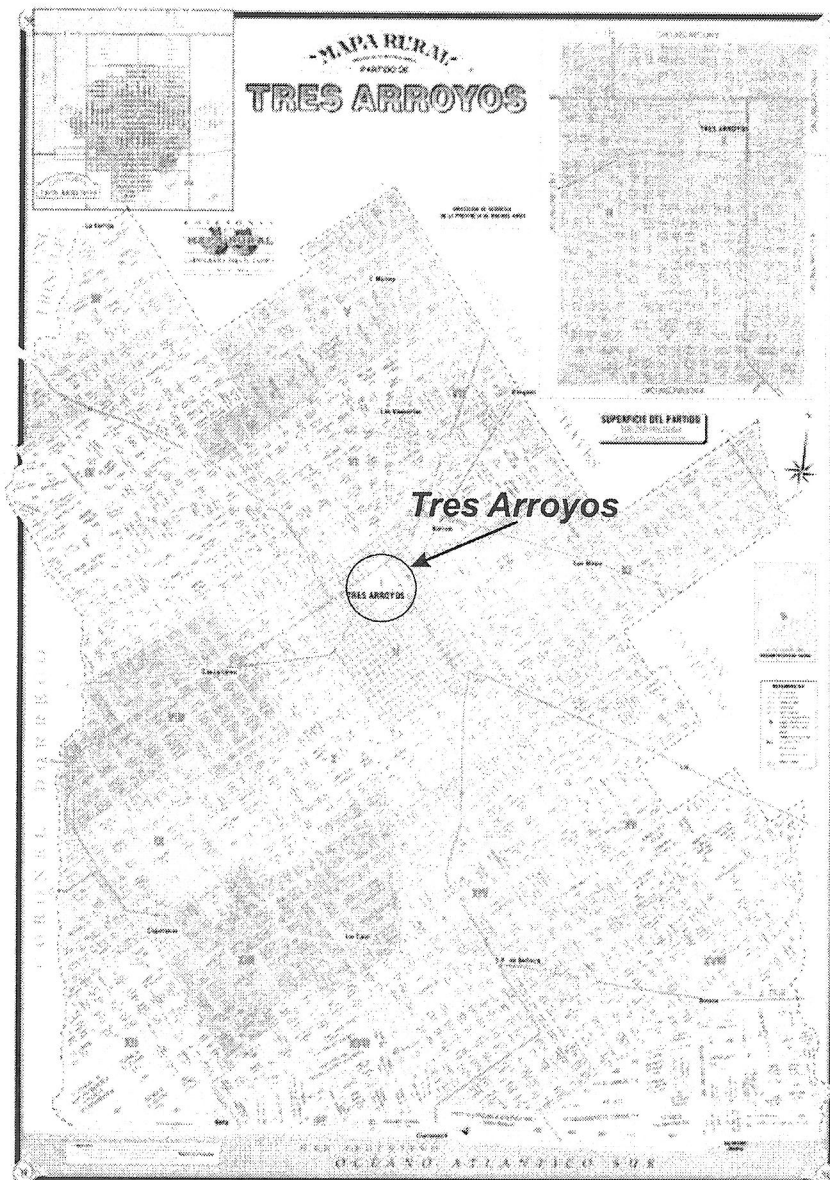


Figura 2: Ubicación de la Ciudad de Tres Arroyos dentro del Partido homónimo. Fuente Mapa Rural

4.2 Caracterización del Medio Físico.

4.2.1. Características Geomorfológicas Generales.

Según Zarate, M. y Rabassa J., 2005, en "Geomorfología de la Provincia de Buenos Aires", el partido de Tres Arroyos se encuentra localizado, desde un punto de vista geomorfológico, en la denominada "Llanura Interserrana Bonaerense" (Figura 3), la cual integra una unidad mayor denominada "Positivo Bonaerense" (junto a los sistemas de Tandilla y Ventania). Conforman una planicie con cotas máximas algo superiores a los 200 m en la parte central entre ambos cordones montañosos. Hacia el oeste del Río Quequén Grande, donde se encuentra Tres Arroyos, el paisaje está formado por una extensa planicie compuesta por depósitos de edad cenozoica (especialmente mio-pliocenos a holocenos).

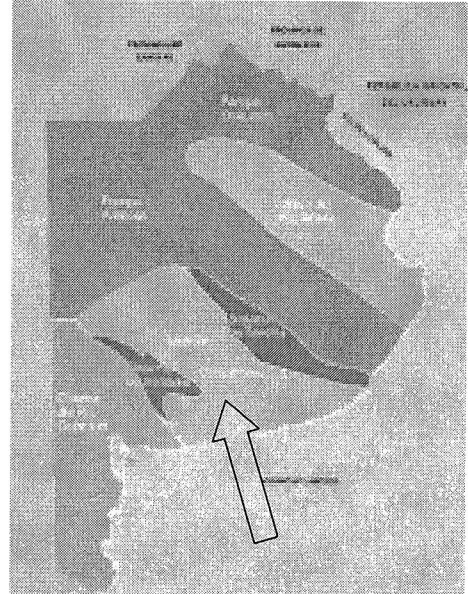


Figura 3: Ubicación de la Llanura Interserrana Bonaerense

El relieve es suavemente ondulado, formado por sedimentos loessicos de 1,5 m de espesor promedio, apoyados sobre tosca.

Hurtado, M., *et al*, 2005, establecen en "Los Suelos de la Provincia de Buenos Aires", que desde un punto de vista litológico, el área del Partido de Tres Arroyos está conformada por los llamados sedimentos pampeanos. Una sucesión limo-areno-arcillosa muy variable (sucesión loessica), en la que es frecuente encontrar intercalaciones de costras calcáreas y paleosuelos. En general, la fracción limo es dominante y su aspecto es masivo. Por encima de ellos, los sedimentos conocidos como Postpampeanos, presentan una textura más arenosa

Los suelos de la Llanura Interserrana presentan un perfil dominante que corresponde a Paleudoles petrocálcicos, aunque en sectores donde los sedimentos loessicos alcanzan 2 a 3 metros de profundidad, los suelos son profundos y se

corresponden con Argiudoles típicos. Están presentes en sectores relativamente bajos pero bien drenados, donde la tosca se encuentra más profunda.

En general, los suelos tienen características estructurales y texturales favorables para las tareas agrícolas, bien provistos de materias orgánicas y nutrientes. En áreas de influencia de vías de escurrimiento y bajas, aparecen Argiudoles ácuicos, mientras que en los sectores más deprimidos es posible encontrar Natra- cuoles y Natrudoles típicos.

4.2.2. Hidrología Subterránea.

Según Weinzettel, *et al*, 2005, en "Caracterización Hidrogeológica del Área Urbana y Periurbana de la Ciudad de Tres Arroyos, Provincia de Buenos Aires", el partido de Tres Arroyos se encuentra en la región hidrogeológica "Interserrana-Periserrana". En ella, la secuencia hidrolitológica se compone de un reducido espesor de sedimentos eólicos, arenas fluviales y limos que componen la zona no saturada. El acuífero freático está contenido en terrenos del Pampeano, adquiriendo en profundidad un carácter semilibre cuando el espesor es considerable.

La recarga es autóctona directa o bien concurrente por afluencia subterránea desde la región serrana. Localmente la descarga ocurre hacia los sistemas fluviales, de comportamiento ganador, y regionalmente hacia las regiones de borde y hacia el mar, principalmente a través del caudal básico de los cursos de agua.

El basamento hidrogeológico (cuarcitas, pizarras, lutitas, granitos) se encuentra por debajo de los 150 metros de profundidad

El esquema hidrogeológico regional del subsuelo permite diferenciar las tres grandes secciones establecidas para la provincia de Buenos Aires: Hipoparaniana, Paraniiana y Epiparaniana apoyadas sobre el referido basamento hidrogeológico.

- La sección Hipoparaniana con más de 68 metros de espesor consta de areniscas finas, fangolitas y arcilitas pardo rojizas, que hidrogeológicamente constituyen una secuencia de acuitardos y acuíferos con agua salada.

- La sección Paraniana (depósitos marinos, "Paraniano") esta compuesta por arcillitas verdosas (Mioceno Verde), con arenas finas algo yesíferas. En el área de Tres Arroyos se inicia a los 120 m de profundidad. El agua también presenta alta concentración de salinidad.
- La sección Epiparaniana es la portadora de los niveles acuíferos que se explotan. Se extiende desde la superficie del terreno hasta alrededor de los 140 metros b.n.t. (máximo). Está compuesta por limos arcillosos-arenosos con intercalaciones calcáreas, presentando variaciones granulométricas muy marcadas en cuanto a la proporción de los componentes arena - limo y arcilla, lo que determina los distintos grados de productividad de los niveles acuíferos, conformando así un acuífero de tipo multiunitario.

Los parámetros hidrogeológicos más relevantes del acuífero son: $T = 200-600 \text{ m}^2/\text{día}$; $K = 4 \text{ a } 12 \text{ m/día}$ y $S = 4 \cdot 10^{-4}$

Dado que la disponibilidad del acuífero es buena, permite su utilización para múltiples actividades (abastecimiento urbano, riego, industrias).

Desde el punto de vista químico, son aguas cloruradas-bicarbonatadas sódicas.

Este recurso se lo utiliza principalmente para el abastecimiento de agua potable a gran parte de la ciudad de Tres Arroyos. Obras Sanitarias del partido informo que la extracción promedio es de $100 \text{ m}^3/\text{h}$. y se realiza por medio de 17 pozos, los cuales tienen una profundidad promedio de 90 m., estando situados en diferentes puntos de la ciudad con bombas ubicadas a unos 30 m de profundidad.

4.2.3. Hidrología Superficial.

Según Gonzalez, N., 2005, en "Los Ambientes Hidrogeológicos de la Provincia de Buenos Aires", la escasa pendiente del área acentúa la influencia reguladora de los almacenamientos superficial y subterráneo. La densidad del drenaje superficial en la zona oscila en los $0,04 \text{ km/km}^2$ y es frecuente que puedan aparecer áreas donde no es posible definir claramente el drenaje superficial.

El partido de Tres Arroyos está atravesado de norte a sur por tres arroyos que nacen en lagunas de partidos vecinos. Los tres confluyen en el arroyo Claro-mecó que desemboca en el Océano Atlántico y es alimentado por las precipitaciones pluviales. Tienen características de arroyos de llanura, con escasa profundidad en el curso superior, aumentando paulatinamente hacia el sur. Tanto los arroyos como las lagunas presentan vegetación típicamente hidrófila constituida por juncos, hierbas de agua y algunas introducidas por el hombre como tamariscos, sauces, álamos, etc. La importancia paisajística que brindan este conjunto de cursos y espejos de agua reside en su belleza perceptible y en la posibilidad de realizar diversas prácticas deportivas como pesca, canotaje, supervivencia, ski, etc.

4.2.4. Características Climáticas.

Según el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Chacra Experimental Integrada Barrow, 2009, en su "Informe Agrometeorológico" establece las siguientes características climáticas.

4.2.4.1 Temperatura.

La temperatura media anual durante el año 2008 fue de 15,2°C. La temperatura Media Anual Promedio Acumulada fue de 14,8°C.

Datos registrados por el INTA durante el 2008, indican que prácticamente a lo largo del año, las temperaturas máximas fueron más elevadas alcanzando en el mes más cálido del año (enero) 23,6°C de media, superando así los valores normales para ese mismo mes el cual es 22,8°C. En tanto las temperaturas mínimas se caracterizaron por ser muy elevadas en los meses de verano e invierno y muy bajas en otoño y primavera, alcanzando en el mes de junio 7,6°C, y siendo la temperatura promedio en este mes 8,1°C.

4.2.4.2 Precipitaciones.

La Precipitación media anual para el año 2008 fue de 539,5 mm, 215,9 mm inferior a la precipitación Media Anual Normal de 755,5 mm. La

distribución anual promedio se caracteriza por un régimen primavera-estival. De la Tabla 2, se puede observar que el mes más lluvioso fue Marzo con un registro que alcanzó los 178,6 mm y el más seco correspondió a Mayo, en el que se registraron escasas precipitaciones, con un registro de 20,3 mm.

Tabla 2: Precipitaciones Mensuales
Año 2008, y las Acumuladas.

Meses	Mensual mm.	Normal mm.
<i>Enero</i>	48.4	70.1
<i>Febrero</i>	57.8	71.7
<i>Marzo</i>	178.6	82.6
<i>Abril</i>	21.6	68.6
<i>Mayo</i>	20.3	54.4
<i>Junio</i>	27.5	42.3
<i>Julio</i>	30.3	40.5
<i>Agosto</i>	22.0	40.1
<i>Septiembre</i>	38.3	55.2
<i>Octubre</i>	22.4	72.5
<i>Noviembre</i>	20.5	78.0
<i>Diciembre</i>	51.9	79.5
<i>Total</i>	539.6	755.5

4.2.4.3 Humedad Relativa.

El año 2008 se caracterizó por ser sensiblemente menos húmedo respecto a lo normal. La humedad relativa media anual es de 69%, para el año 2008 esta fue de 65,9%. Si bien Enero (49%), Abril (64%), Agosto (65%), Octubre (63%), Noviembre (52%) y Diciembre (50%), fueron más secos que lo normal.

4.2.4.4 *Vientos.*

El régimen de vientos es relativamente uniforme a lo largo del año, siendo Noviembre el mes más ventoso, con un promedio de 20.3 km/hora., y Febrero el mes menos ventoso, con una media de 9.2 km/hora. La dirección anual predominante fue del sector Norte.

4.2.4.5 *Heladas.*

Durante el año 2008, los meses de mayor número de heladas fueron Agosto con 10 y Junio con 9 heladas. Registrándose la primer helada a mediados de Abril, y la ultima a principios de Noviembre. El periodo libre de heladas para ese año fue de 167 días.

4.2.5. **Atmósfera.**

Para este punto fueron consultadas diversas dependencias Nacionales y Provinciales (Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Humano de la Nación, Dirección de Contaminación del Aire; Organismo Provincial para el Desarrollo sostenible de la Provincia de Buenos Aires), así como al Servicio Meteorológico Nacional, y no existen registros que evidencian la calidad del aire para la ciudad de Tres Arroyos.

4.3 **Características Principales del Partido.**

El Partido de Tres Arroyos, está ubicado en el sudeste de la provincia de Buenos Aires, limita con los partidos de San Cayetano al este, Adolfo Gonzáles Chaves al noreste, Coronel Pringles al noroeste, Coronel Borrego al oeste y con el Mar Argentino al sur. Su ubicación, sumada a su infraestructura, sus rasgos fisiográficos y climáticos, han ejercido una notable influencia en su desarrollo social y económico.

Según datos del INDEC, Censo 2001, la población del Partido es de 57.360 Habitantes con una densidad de 9,78 Hab/Km².

El 89.7% de la población está asentada en la zona urbana. Un 79.5% del total de la población del Partido reside en la Ciudad de Tres Arroyos.

En la Tabla 3 se presentan los datos poblacionales del Partido de los últimos dos Censos Nacionales, incluyendo los datos de la Provincia de Buenos Aires.

Tabla 3 Población, superficie y densidad de la Provincia de Buenos Aires, Partido de Tres Arroyos y Resto de la Provincia de Buenos Aires.						
	Censo Año					
	1991			2001		
	Población	Superficie en km2	Densidad Hab /km2	Población	Superficie en km2	Densidad Hab /km2
Total	12.594.974	307.571	40,9	13.827.203	307.571	45,0
Resto de la Provincia de Buenos Aires	4.625.650	303.891	15,2	5.142.766	303.944	16,9
Partido de Ts As	56.679	5.861	9,67	57.360	5.861	9,78
<i>Crecimiento poblacional intercensal del Partido de Tres Arroyos: 1,2 %</i>						
Fuente: INDEC. Años 1991 - 2001						

La ciudad de Tres Arroyos con 45.624 habitantes, representa el 79,5% de la población del Partido, habiendo crecido sensiblemente en relación a datos de censos anteriores con una tasa de 0,12% anual.

4.4 La Gestión de los RSU en la Ciudad de Tres Arroyos.

Inicialmente, en la época de los fortines, donde sin tener datos ciertos o precisos se estima que la Gestión de los Residuos era prácticamente nula, suponiendo que se arrojaban en un lugar donde no molestasen, de tal forma que esos lugares no dejaron huellas ambientales significativas y el crecimiento de la ciudad los abarcó completamente.

De consultas a la población de mayor edad, se sabe que durante la primera mitad del Siglo 20, los residuos eran quemados en las casas para luego ser enterrados en los fondos o arrojados en terrenos baldíos que se convertían de hecho en basurales diseminados en el ejido urbano.

Al incorporar los servicios de agua corriente, cloacas y recolección organizada de los RSU mejoró las condiciones de higiene urbana y la calidad de vida de los habitantes de la misma.

A mediados de la década del 70, el aumento poblacional, y la problemática asociada a los RSU produjo que las autoridades municipales comenzaran a darle importancia al aspecto más visible de la problemática, que era la Disposición Final de los RSU, es por ello que se intentaron clausurar varios predios que en forma clandestina eran utilizados para este fin, como lo era el predio de la Avenida Belgrano del 1600 al 2200, que en la actualidad es parte del campo de juego del Tres Arroyos Golf Club.

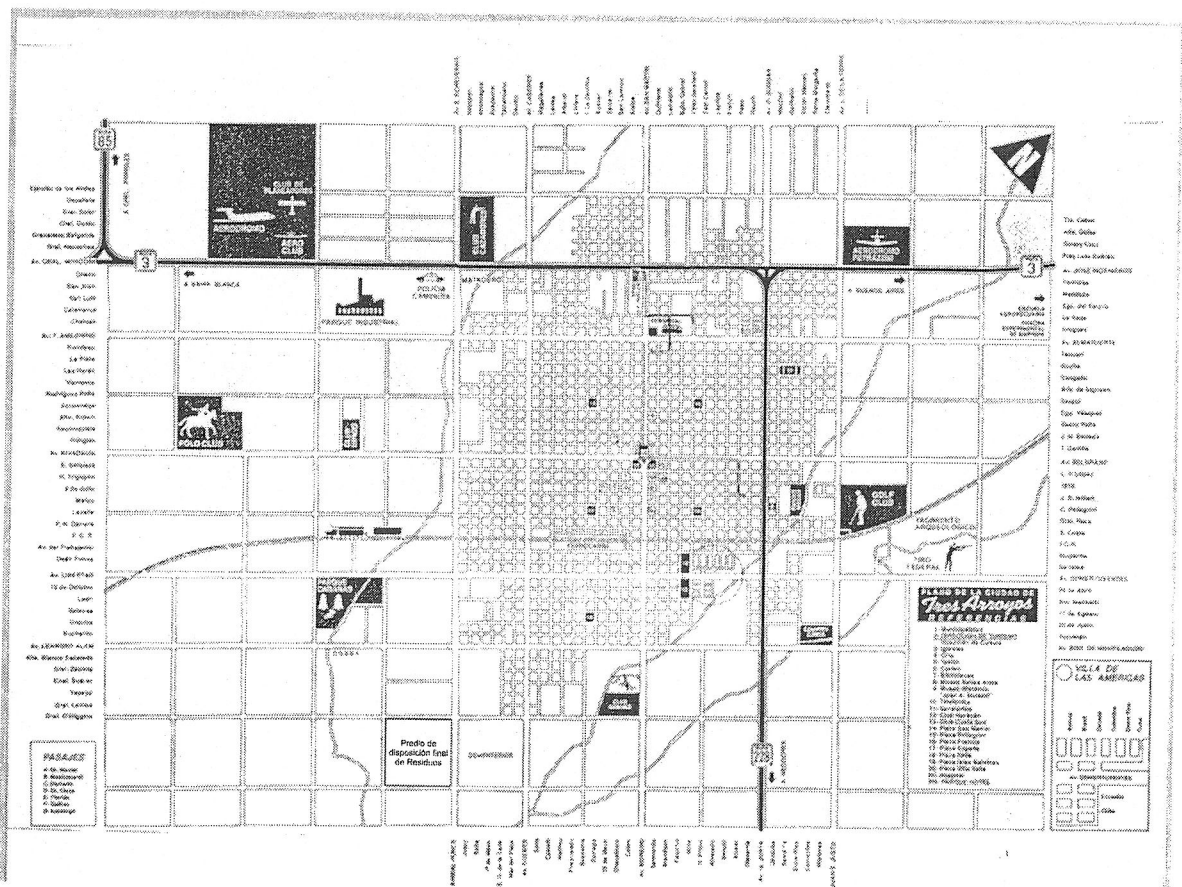


Figura 4: Plano de la Ciudad de Tres Arroyos y ubicación del predio de disposición final de RSU.

Durante la década del 80, los distintos gobiernos municipales lograron erradicar los basurales clandestinos, y terrenos baldíos crónicos que estaban diseminados por toda la ciudad, canalizando el destino de los residuos que allí se

disponían en un único predio de 35 Ha (Figuras 4 y 5), destinado por el municipio para tal fin desde la década del 70. En la siguiente década se continuó con la política de concentrar los RSU, en el predio oficial y actual, pero sin un adecuado manejo interno de los mismos, lo que derivó en el colapso del predio, llegando a una situación tal que los vecinos arrojaban sus residuos a la vera del camino de acceso. Esta situación se agravó cuando ya no se pudo acceder, porque los residuos ocupaban la totalidad de la avenida Aníbal Ponce.

Con la llegada del nuevo siglo, y con un predio colapsado, se tomaron medidas extremas, resultando un reordenamiento interno que mejoró la operatoria, aunque con deficiencias hasta la actualidad.



Figura 5: imagen satelital del actual predio de Disposición Final de RSU de la Ciudad de Tres Arroyos.
Fuente: Google Earth

4.5 Experiencia de Recuperación de RSU en el Partido.

Existe una experiencia parcial en la localidad de San Francisco de Bellocq, donde se ha montado una pequeña Planta de Recuperación de RSU, ubicada a la vera de la Ruta Provincial N°72 (Figura 6), en la cual se separa, clasifica y acopia materiales con valor de mercado, generados en las localidades de San Francisco de Bellocq, Orense y Claromecó, siendo única en el Partido.

Durante el año 2006, para la construcción y puesta en marcha de la Planta de Reciclado de Residuos Urbanos de esta localidad, se realizó una inversión municipal de \$ 180.000, y las tareas fueron realizadas íntegramente por mano de obra local, generando empleo en una localidad que no tiene posibilidades para la creación de los mismos.

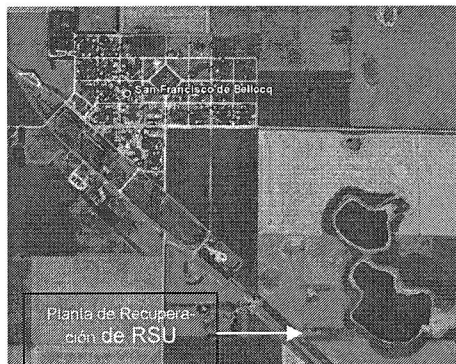


Figura 6: imagen satelital de la ubicación de la planta de Recuperación de RSU de San Francisco de Bellocq.

En la primera etapa de operación se contó con siete personas, siempre con posibilidad de incorporar otros turnos rotativos por el volumen de residuos tratados, ya que en verano estos varían significativamente por el aumento de la actividad turística zonal, como consecuencia del aumento poblacional en las localidades balnearias antes mencionadas.

La Planta cumplió una función importante, ya que con su inauguración y puesta en marcha, posibilitó la erradicación de los basurales a cielo abierto de las localidades que la abastecen.

De las observaciones realizadas en la Planta (Figuras 7 y 8), es oportuno comentar que a pesar de los esfuerzos tanto del encargado como del personal, se pudieron detectar deficiencias en la organización interna, y en el mantenimiento de la infraestructura edilicia y mecánica. Asimismo la higiene no es del todo satisfactoria, ya que existen vectores, principalmente moscas y mosquitos, en el ambiente de trabajo y en los sectores de acopio, lo que se puede presumir la presencia de otros vectores, tales como roedores.

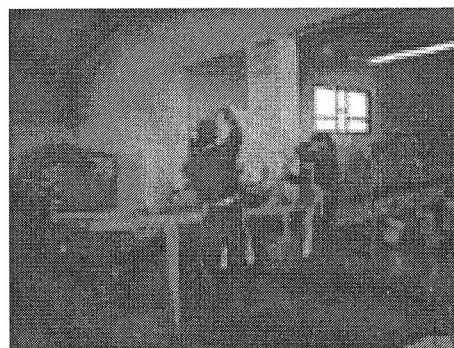


Figura 7: imagen interna de la planta con los operarios en plena actividad de recuperación de residuos.

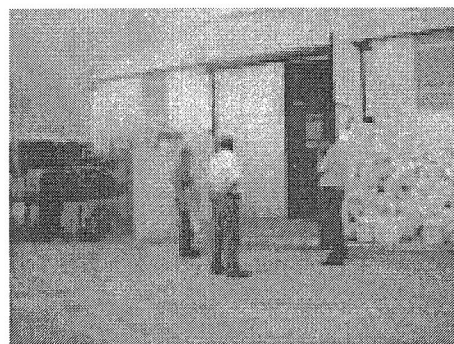


Figura 8: aspecto del exterior de la planta donde se observan los boxes de acopio de materiales recuperados compactados

rios para destinar el presupuesto necesario y los recursos humanos que permitan cumplir y adecuar la operatoria con las condiciones mínimas de Higiene y Seguridad laboral. Es este componente, uno de los que hace falta mejorar en la gestión de RSU del Partido de Tres Arroyos, ya que además de las inadecuadas condiciones, ya mencionadas, se suma el hecho de estar ubicada a la vera de la Ruta Provincial N°72, por la cual se accede a los balnearios, resultando una imagen indicadora del deterioro ambiental que ocasiona la inadecuada gestión de los RSU.

A continuación en la Tabla 4, se presentan las principales características de la Planta:

Tabla 4: Características Principales de la Planta de Recuperación de RSU de San Francisco de Bellocq	
Nombre de la Planta	Planta de Reciclado de Residuos Urbanos
Ubicación	Ruta Prov. 72 a solo 500 m del acceso Este
Habitantes	San Francisco de Bellocq: 600 Orense: 1.000 Claromecó: 2.000
Descripción de la Planta	Construida mediante un aporte Municipal y Mano de Obra local.
Toneladas que se procesan	No se pesa periódicamente.
Separación en origen	No
Residuos que llegan a la Planta	Residuos mezclados, no separados en origen de tres localidades
Tratamiento de patogénicos	No
Compost	No
Maquinaria/ Infraestructura	<ul style="list-style-type: none"> • 1 mini cargador • 1 prensa hidráulica de enfardar • 1 cinta transportadora • 1 tractor • 1 hidrolavadora
Personal	7 operarios.
Campañas educativas	Antes de la construcción campañas de educación formal e informal
Observaciones	<p>El rechazo de los materiales no recuperados en la planta, se dispone en una cava aleña a la misma, operada como basural a cielo abierto.</p> <p>Se practica la quema de los residuos dispuestos, aunque he recomendado no hacerla, informando sobre las consecuencias a la salud de las personas que trabajan en su entorno.</p>

4.6 Nota al Final del Capítulo 4.

El movimiento poblacional de la ciudad de Tres Arroyos, es característico de las localidades con actividades agrícola ganadera e industrial, en las que no se promueve desarrollo turístico, mientras que el mismo se encuentra fomentado el sobre las localidades ubicadas en el litoral costero del Partido, produciéndose un gran éxodo de parte de la población de Tres Arroyos, durante los periodos vacacionales (verano e invierno). Es por esto, que al momento de seleccionar un periodo para realizar el muestreo de RSU, se tuvo en cuenta estas características de variaciones poblacionales, y se consideró que el muestreo quedara fuera de los periodos vacacionales.

CAPÍTULO V
***“Muestreo de RSU en la localidad de
Tres Arroyos”***

5. Muestreo de RSU en la localidad de Tres Arroyos.

5.1 Descripción del Muestreo RSU.

5.1.1. Características de la Muestra.

Muestreo estadístico por vivienda particular ocupada.

Tipo de muestreo: puerta a puerta

Tamaño de la muestra: 50 viviendas (>1‰ del total de la población de la ciudad)

Período de muestreo: 8 días corridos (miércoles 17 a jueves 25 de Junio de 2009)

5.1.2. Características de la Clasificación Primaria.

Grupos: orgánico e inorgánico

Contenedor. Bolsas polietileno baja densidad (50 cm x 60 cm)

Identificación de las bolsas: Color verde para residuos orgánicos y color negro para residuos inorgánicos.

Depósito transitorio: en la vía pública y en la propiedad privada.

5.1.3. Característica de la recolección diferenciada.

Frecuencia de recolección: diaria

Vehículo de recolección: utilitario Citroën Berlingo

Distancia del recorrido: 25,3 Km/día.

5.1.4. Característica del Transporte a la Disposición Final.

Frecuencia de transporte: diaria

Vehículo de recolección: utilitario Citroën Berlingo

Distancia del recorrido: 7,5 Km/día

5.1.5. Característica de la balanza utilizada.

Marca: DAMY

Modelo: 150

Tipo: Digital

Resolución: 0,005 Kg (5 Grs)

Rango de pesado: 0 - 15 Kg

5.2 Metodología Operativa del Muestreo.

Luego de analizar y describir la zona de estudio, se inició la tarea de campo que se consideró la principal fuente de datos para el desarrollo posterior de los objetivos planteados, la cual consiste en obtener muestras fiables sobre tasa de generación, calidad y tipo de "basura" generada por la ciudadanía tresarrollense.

Para tal fin se prepararon actividades acordes a los objetivos buscados, específicamente sobre lo que se debía muestrear, cómo se haría y para qué.

- ¿qué?: Residuos sólidos domiciliarios, obtenidos de viviendas seleccionadas al azar.
- ¿cómo?: Muestreo semanal puerta a puerta, con clasificación primaria y material explicativo para realizar esa tarea por sus habitantes.
- ¿para qué?: Para disponer de información básica para el diseño de cualquiera de los componentes de la Gestión Integral de RSU.

Respecto a los aspectos de comunicación destinada a los habitantes de las viviendas que componen la muestra, se inició la búsqueda de ejemplos y experiencias previas desarrolladas en otras localidades, de la región y del ámbito na-

cional e internacional. En base a dicha investigación se elaboró un folleto informativo que se entregó a cada hogar muestreado, de quienes mediante una encuesta, se recibió una devolución respecto a la claridad y efectividad del folleto utilizado, opinión de sumo interés tanto para este trabajo como para las autoridades municipales, dado que es la primera experiencia de este tipo en la historia de la ciudad de Tres Arroyos.

Una vez obtenida la versión final del folleto informativo, el mismo fue presentado a la Dirección de Medio Ambiente del Partido de Tres Arroyos, para consensuar su aceptación y/o realizar las modificaciones sugeridas. Al contar, con la no-objeción del folleto, y con un total apoyo de la gestión municipal actual, para la realización del muestreo, se comenzaron a determinar por sorteo la ubicación de las viviendas a visitar e invitar a participar a los habitantes de esta experiencia de interés comunitario (Folleto en *Anexo III*).

Como complemento a las actividades de muestreo, también se relevó información relacionada a la opinión de los habitantes de las viviendas muestreadas, utilizando como instrumento una encuesta voluntaria y anónima para ser resuelta rápida y sencillamente para conocer otros puntos de vista sobre la Gestión actual de los residuos sólidos en la ciudad de Tres Arroyos.

5.2.1. Descripción Cronológica del Desarrollo del Muestreo.

Una vez determinados los hogares elegidos por sorteo y distribuidos por todo el casco urbano de la ciudad, se comenzó a recorrer uno a uno e invitándolos a participar de esta experiencia pionera, siendo recepcionada de manera positiva mayoritariamente, solamente con un 27% de rechazo inmediato, y un 8% de los que habían aceptado en primera instancia, abandonando durante el desarrollo del muestreo.

Paralelamente a la selección de estos hogares, se adquirieron 800 bolsas de polipropileno de dos colores (Verde para los Orgánicos y Negro para los Inorgánicos), al Taller Protegido "Despertar" perteneciente a la COMisión de Ayuda a los DIScapacitados (COADIS), propiciando desde un comienzo la participación

ciudadana e integración socio-laboral, a un costo de \$0,20 c/u. Una vez obtenidas las bolsas, se procedió a agruparlas de a pares, colocando en cada grupo una bolsa de cada color, hasta obtener la cantidad necesaria para entregar a cada hogar (400 pares de bolsas).

Una vez completada la muestra, se diseñó la Hoja de ruta para el recorrido de recolección, tratando de minimizar el tiempo de recolección, y el consumo de combustible.

El día martes 16 de Junio de 2009, se visitaron los hogares que aceptaron participar del muestreo, en esta oportunidad se les entregó el folleto explicativo, se brindó una breve explicación sobre la tarea a realizar, y se entregaron 2 pares de bolsas, 1 par para que los participantes comiencen con la clasificación en sus hogares, y el segundo par para reponer una vez cerradas las primeras, las que fueron colocadas en la vía pública, antes de la primera recolección. Esta visita llevó la tarde del martes y la mañana del miércoles, en la que se seleccionaron 5 viviendas adicionales con habitantes conocidos que habían solicitado participar al enterarse de esta actividad, sobrepasando así el mínimo de 50 viviendas a muestrear.

Una vez terminada la visita a los hogares, y estando todos en condiciones para comenzar con la recolección, se visitaron las oficinas de la empresa “Transportes Malvinas”, operadora del Servicio de Recolección y Transporte de la ciudad. Se informó sobre el estado de avance del muestreo, que se les había anticipado oportunamente, con el objetivo de coordinar la no superposición de la recolección oficial con la del muestreo. También se propuso entregar los residuos no recuperables, ya procesados, pesados y clasificados, para que la empresa los traslade al predio de Disposición Final. Esto último no fue posible, por escasez de tiempo y complicación en sus diagramas de recorridos prefijados, por lo que el traslado al Predio de Disposición Final se realizó de forma particular.

5.2.2. Recolección diferencia de RSU.

El día jueves 18 de Junio de 2009, a las 13 hs se inició la primera recolección. A cada vivienda se le asignó un número identificador, para poder comparar el comportamiento durante el período de muestreo. Durante el recorrido se recolectó el par de bolsas ya clasificadas, se identificaron y se repuso un nuevo par de bolsas hogar por hogar. Esta operación llevó aproximadamente 2 horas y media. A medida que se retiraban las bolsas, se procedía a su identificación. Una vez recolectadas se colocaron cada par en otras bolsas de mayor tamaño del tipo de consorcio, para no producir derrames de lixiviados, preservando así las mejores condiciones de trabajo y el orden dentro del vehículo utilizado para la recolección.

Al finalizar el circuito de recolección y reposición, se midió la distancia recorrida, alcanzando aproximadamente los 25 km. Lo recolectado fue llevado a un galpón particular, donde en un ambiente cerrado, se procedió a descargar las bolsas de consorcio, las cuales contenían un promedio de 5 a 10 pares de muestras, procediendo a organizarlas, colocándolas en línea al lado de la mesa de pesado. Sobre esta mesa se encontraba una balanza electrónica. En el extremo opuesto de la mesa, se ubicaron distintas bolsas de consorcio donde se fueron depositando los materiales ya clasificados y pesados, esto es los recuperados y los no recuperados, los que al final del muestreo, fueron los primeros donados al Taller Protegido, y los segundos fueron llevados al predio de Disposición Final.

5.2.3. Cuantificación de los residuos clasificados.

Para la operación de pesada, se contó con la colaboración de personas, que facilitaron esta tarea. La secuencia de registro de datos comenzó nombrando el número asignado a cada muestra, para fijar los datos en la planilla correspondiente, y seguidamente se pesó primero la bolsa de color verde, y luego se procedió con extremo cuidado a abrir la bolsa de color negro, desde donde se separaron los siguientes elementos, PET⁴, Plástico, Metal, Vidrio, Cartón y Papel, los cuales son fácilmente reciclables o reutilizables, por lo cual tienen una buena

⁴ El PET se cuantificó separadamente de los demás plásticos, por ser muy apetecible por los recuperadores informales, por su alto valor en el mercado de materiales reciclados.

aceptación en el mercado del reciclado. El resto que quedaba en la bolsa se pesó y se asentó en la planilla en el ítem "otros". Luego de ser pesados, ya clasificados se colocaron en distintas bolsas de consorcio, para que al final de cada jornada, se almacenaran los inorgánicos reutilizables, y los restantes fueran trasladados al Predio de Disposición Final de RSU operado por la Municipalidad de Tres Arroyos, situado a 7.5 Km. del sitio de clasificación y pesaje.

Los elementos inorgánicos con valor de mercado separados, al final de la experiencia, fueron entregados a una entidad de bien público a modo de donación, pudiendo esta comercializarlos.

Una vez en el Predio de Disposición Final de RSU, se declaraba la carga del muestreo. El empleado municipal de turno indicaba en qué sector del predio se debía realizar la descarga, el que generalmente era el mismo donde descargaban los camiones recolectores prestatarios del servicio.

Una vez concluida esta operación, se cargaron los datos obtenidos de la pesada en una planilla de cálculo, para poder elaborar los datos y obtener: porcentajes, gráficos de tipos y cantidad, y comparar día a día los valores parciales y totales (Tabla 5).

Esta operación se repitió sin alteraciones desde el día jueves 18 hasta el día miércoles 24 de Junio de 2009. En esta misma fecha, se entregó el último par de bolsas y una encuesta (*Anexo IV*), la cual era voluntaria y anónima, para conocer distintos aspectos evaluables, de esta experiencia.

Al día siguiente, jueves 25, se realizó el último circuito de recolección (Figuras 9, 10, 11 y 12), el cual difería de los días anteriores que ya no se reponían el par de bolsas. Aproximadamente el 60 % de los hogares completaron la encuesta entregada el día anterior, por lo que pude conocer fortalezas y debilidades de esta experiencia.

Una vez finalizado el recorrido se procedió a realizar la correspondiente pesada (Figuras 13 y 14), y se trasladaron, por última vez, al relleno. Luego se procedió a observar las encuestas y comenzar a elaborar las primeras conclusiones de esta experiencia.

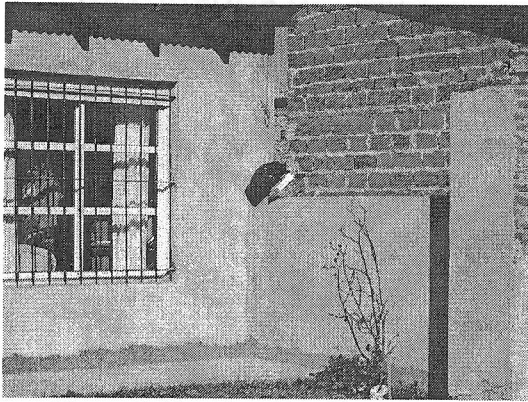


Figura 9: Recolección diferenciada, donde se aprecia la entrega de la encuesta junto a las bolsas.

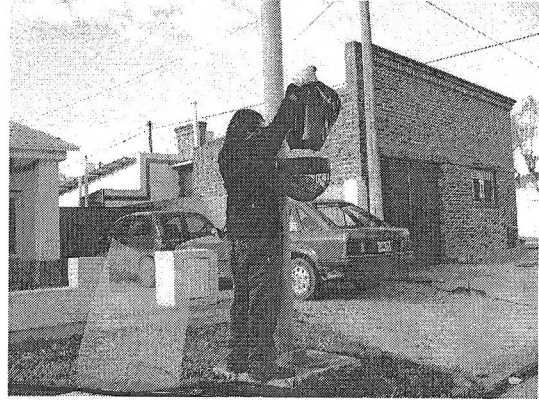


Figura 10: Recolección diferenciada, donde se aprecia el retiro de residuos depositados en la vía pública.



Figura 11: Recolección diferenciada, donde se aprecia el retiro de residuos depositados dentro de la propiedad.



Figura 12: Arribo al sector de pesada y clasificación, se aprecian las bolsas dentro del vehículo.

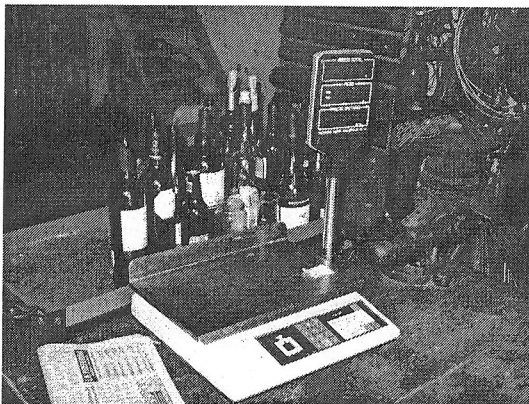


Figura 13: Sector de pesada, donde se aprecia la balanza electrónica y material de vidrio ya pesado.



Figura 14: Sector de acumulación transitoria, entre la pesada y su retiro por una entidad de bien publico.

5.3 Resultados del Muestreo.

Una vez terminada la campaña de muestreo, se elaboraron los datos obtenidos, los que se presentan en la Tabla 5 y Figura 15:

Tabla 5: Resultados Finales de la cuantificación de los Residuos Muestreados.

Total de Viviendas muestreadas	48 (>1 ‰ población total)	
Total de habitantes generadores	142	
Promedio de habitantes por vivienda	2,96 (Aprox. 3 Hab/Vivienda)	
Total de Residuos Procesados	532,85 Kg	100%
Total de Residuos Orgánicos Procesados	346,20 Kg	64,9%
Total de Residuos PET Procesados	12,83 Kg	2,4%
Total de Residuos Plásticos Procesados	6,38 Kg	1,2%
Total de Residuos Metálicos Procesados	7,51 Kg	1,4%
Total de Residuos de Papel/Cartón Procesados	18,65 Kg	3,5%
Total de Residuos de Vidrio Procesados	34,52 Kg	6,5%
Total de otros Residuos Procesados	106,93 Kg	20,1%
Tasa de generación per capita	0,55 Kg/(habitante día)	

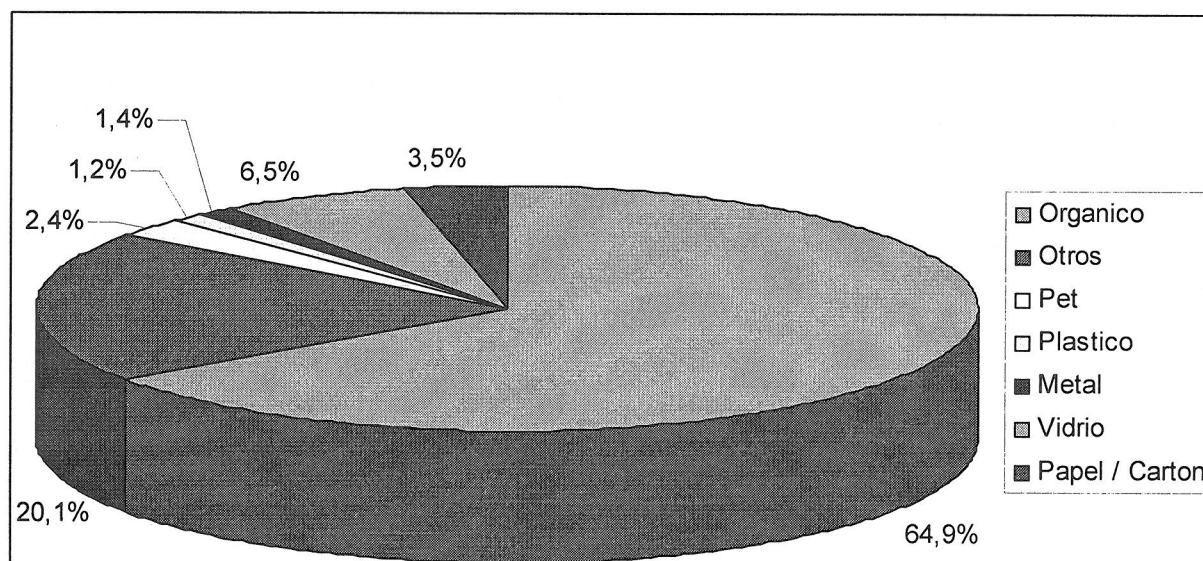


Figura 15: Composición porcentual de las distintas fracciones de RSU de la Ciudad de Tres Arroyos

Para calcular la tasa de generación per cápita, se consultó, la cantidad de generadores de residuos de cada vivienda, los que sumaron 142 personas distribuidas en los 48 hogares componentes de la muestra. Estos datos permitieron

calcular una generación per cápita promedio de 0,55 Kg/(Hab. Día), lo que ubicó a Tres Arroyos como ciudad generadora de RSU dentro de una media teórica de aproximadamente 0,5 Kilogramo diario por habitante como otras localidades que fueron muestreadas en su momento con una metodología similar, como por ejemplo el muestreo realizado por el Ing. Máximo Menna en la localidad de Mar de las Pampas, partido de Villa Gesell. (Anexo II).

5.4 Determinación de la Densidad de RSU no compactados.

Para conocer la densidad de los RSU se utilizó una metodología que consiste en medir peso y volumen de 10 muestras elegidas al azar durante el desarrollo del muestreo de RSU.

5.4.1. Medición del volumen de las muestras.

El par de bolsas (negra y verde) fueron introducidas en un recipiente de 20 lts. que previamente fue llenado con agua hasta el borde (Figura 16). Debajo de este se colocó otro recipiente de mayor diámetro para captar el agua desbordada al introducir las bolsas en el recipiente superior. El volumen del agua captada corresponde al volumen desalojado por las bolsas de residuos, que fue trasvasado y medido en un recipiente con graduación en mililitros. Esto se repitió para las 10 muestras mencionadas.

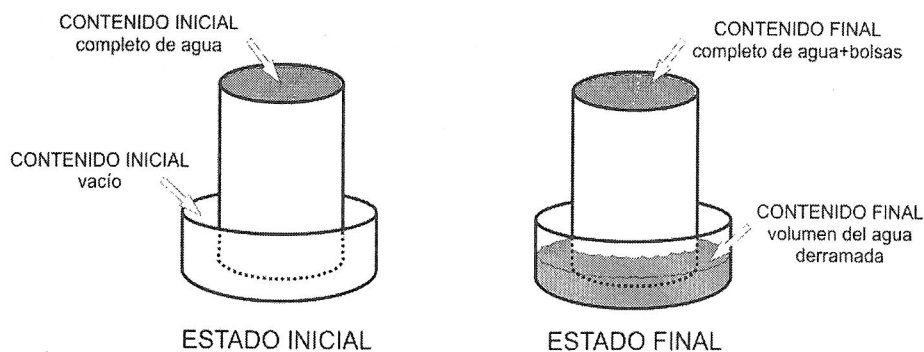


Figura 16: Sistema de Recipientes para la medición del volumen de los RSU

5.4.2. Medición del peso de las muestras.

Para medir el peso de las muestras, se utilizó una balanza electrónica descrita en el punto 5.1.5., y el método utilizado en el punto 5.2.3.

5.4.3. Cálculo de la Densidad de las muestras.

Con el cociente entre el peso y el volumen de las muestras, se calculó la densidad de las mismas. A continuación, en la Tabla 6, se presentan los resultados de la aplicación del método descripto.

Tabla 6: Calculo de densidad de las muestras

Muestra	Peso Kg.	Volumen Lts.	Densidad	
			Kg./Lts.	Kg./m ³
1	1,485	8,74	0,170	170
2	2,915	15,80	0,184	184
3	0,97	8,82	0,110	110
4	0,915	6,88	0,133	133
5	1,325	8,60	0,154	154
6	1,11	9,10	0,122	122
7	0,98	6,95	0,141	141
8	0,85	6,44	0,132	132
9	1,47	10,36	0,142	142
10	1,27	8,58	0,148	148
Densidad media de RSU calculada			0,1436	143,6

Con los datos de la tabla anterior, se obtiene una densidad media de 143,6 Kg./m³. Este resultado indica que la compactación en la disposición final debe incrementarse entre 5 y 6 para obtener una densidad del producto compactado de aproximadamente 600 a 700 Kg./m³. Compactaciones menores acortaran la vida útil del relleno sanitario.

5.5 Encuesta a los Participantes.

5.5.1. Característica de la Consulta.

- Instrumento: encuesta

- Tipo de encuesta: de respuesta cerrada de tres opciones, y con respuesta abierta para desarrollar.
- Carácter: anónimo y voluntario
- N° de consultas: una al final del período de muestreo
- Temas consultados: Respecto del Muestreo, respecto de la Gestión local de los RSU, respecto de la Gestión de RSU en otras localidades y otros países.
- Forma de entrega: en mano junto a las dos bolsas verde y negra.
- Forma de retiro: al día siguiente, adjunta a las dos bolsas con los residuos ya clasificados.

5.5.2. Análisis de las Encuestas completadas.

Se entregaron encuestas a completar a la totalidad de las viviendas participantes del muestreo, de los cuales el 60% respondió la encuesta y entregó en tiempo y forma, mientras que un 15% no la entregó en el momento acordado, por las siguientes causas: olvido, no quiso dejarla en la vía pública, no estaba presente en el momento de recolección, o porque prefirieron contestarla consensuada con el grupo familiar, pero lo hicieron en otro momento. Solamente, un 25% no fueron devueltas.

A continuación se presenta un gráfico circular correspondiente a cada pregunta de la encuesta, con los porcentajes de las opciones elegidas por los participantes del muestreo, y se comentan los resultados obtenidos.

5.5.2.1 Respecto al Muestreo.

Pregunta 1: ¿Le resultó trabajoso clasificar los residuos en Orgánico e Inorgánico?

Más del 90% de los participantes que contestaron la encuesta consideran que no es difícil o complejo clasificar los residuos en los dos grupos propuesto (orgánico e inorgánico), en cambio a menos del 10% le resultó trabajoso (Figura 17).

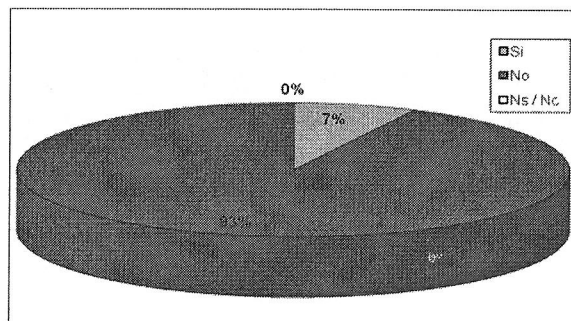


Figura 17: Porcentaje resultantes de las respuestas a la pregunta N° 1.

Pregunta 2: ¿El Folleto explicativo le resultó claro y con información suficiente?

Más del 90% de los participantes que contestaron la encuesta consideran que el Folleto explicativo les resultó Claro y con Información Suficiente, en cambio a menos del 10% le pareció que debería ser más completo (Figura 18).

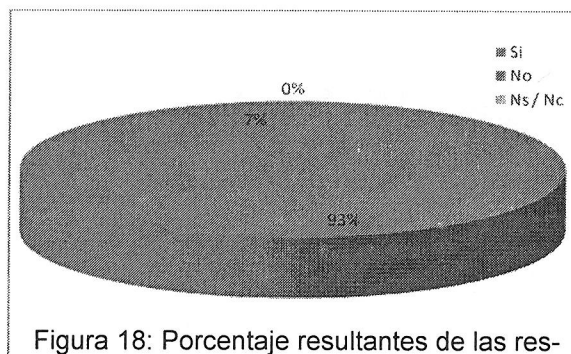


Figura 18: Porcentaje resultantes de las respuestas a la pregunta N° 2.

Pregunta 3: Al ser visitado por el responsable del muestreo, ¿la explicación fue clara?

Más del 95% de los participantes que contestaron la encuesta consideran que la explicación del Responsable del Muestreo resultó Clara, en cambio a menos del 5% ésta no le pareció tan clara (Figura 19).

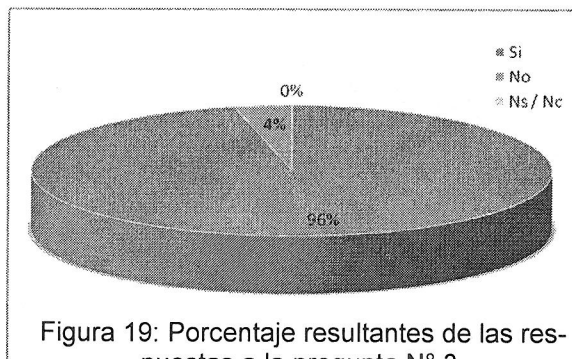


Figura 19: Porcentaje resultantes de las respuestas a la pregunta N° 3.

Pregunta 4: Durante la recolección, ¿se cumplieron los horarios previstos?

Más del 90% de los participantes que contestaron la encuesta consideran que se cumplieron los horarios previstos para el Retiro de los Residuos, en cambio a menos del 10% opina que estos horarios no se respetaron (Figura 20).

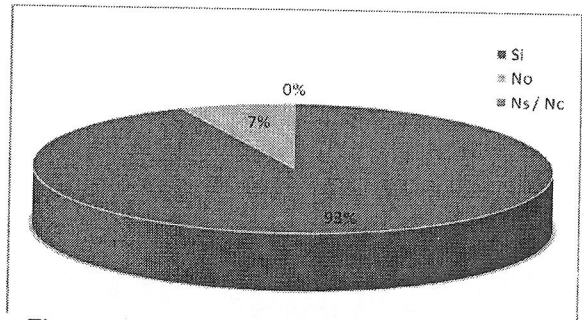


Figura 20: Porcentaje resultantes de las respuestas a la pregunta N° 5.

5.5.2.2 Respetto de la Gestión de los Residuos en Tres Arroyos.

Pregunta 1: ¿Conoce el horario habitual de recolección de los residuos?:

Más del 90% de los participantes que contestaron la encuesta manifestaron conocer el horario en que pasa el camión recolector de Residuos, en cambio hubo participantes que desconocían este dato, y otros que no sabían o no contestaron este ítem (Figura 21).

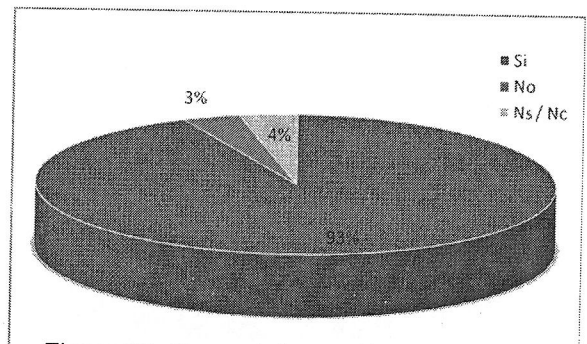


Figura 21: Porcentaje resultantes de las respuestas a la pregunta N° 1.

Pregunta 2: ¿Conoce que se hace con los Residuos una vez recolectados?:

El 50% de los participantes que contestaron la encuesta manifestaron conocer qué se hace con los residuos, una vez retirados del hogar. En cambio, menos del 40% dijeron no conocer qué se hace con estos, y 11% restante respondieron que no sabían o no contestaron este ítem (Figura 22).

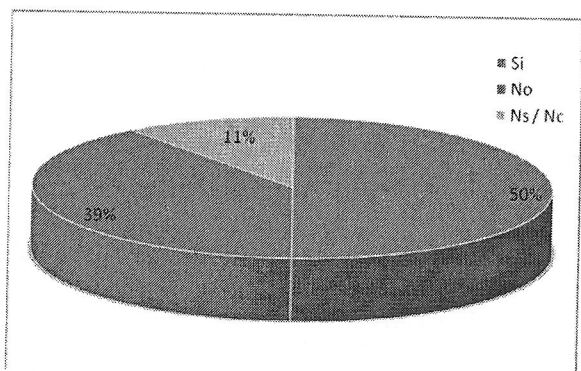


Figura 22: Porcentaje resultantes de las respuestas a la pregunta N° 2

Pregunta 3: ¿Sabe dónde está ubicado el Basurero Municipal?:

A más del 95% de los participantes que contestaron la encuesta manifestaron saber la ubicación del predio de disposición final de los residuos de Tres Arroyos, en cambio menos del 5% dijeron no conocer la ubicación del mencionado predio (Figura 23).

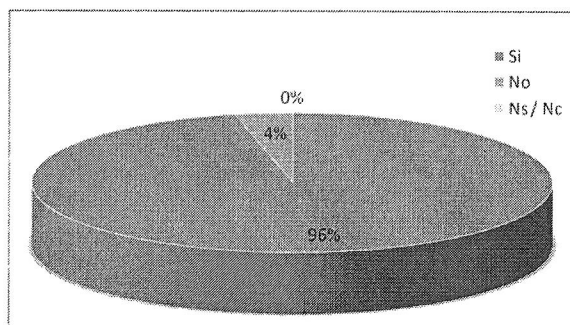


Figura 23: Porcentaje resultantes de las respuestas a la pregunta N° 3.

Pregunta 4: En caso de implementarse un programa de separación de Residuos en toda la ciudad:

a. ¿Usted estaría de acuerdo y participaría?:

Más del 95% de los participantes que contestaron la encuesta manifestaron estar de acuerdo con un programa de separación en origen en toda la ciudad y participarían del mismo, en cambio menos del 5% no sabe o no contestaron este ítem (Figura 24).

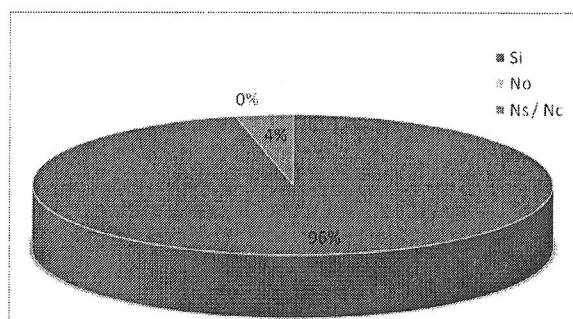


Figura 24: Porcentaje resultantes de las respuestas a la pregunta N° 4ª.

b. ¿Llevaría, por ejemplo, vidrio, papel y plástico, hasta un contenedor ubicado cercano a su domicilio en la vía pública?:

El 75% de los participantes que contestaron la encuesta se manifestaron que llevarían por ejemplo, vidrio, papel y plástico a los contenedores ubicados en la vía pública más cercanos a su domicilio, en cambio menos del 20% dijeron que no lo harían porque les resultaría complicado y peligroso, y el resto eligió el ítem de no saber o no contestar (Figura 25).

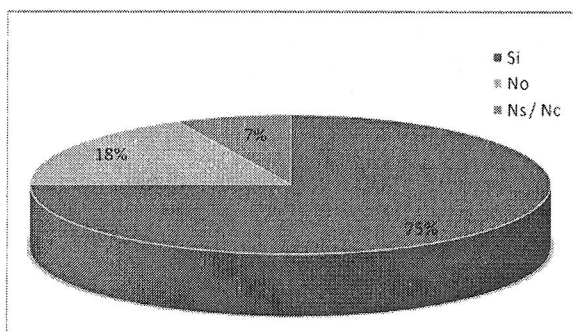


Figura 25: Porcentaje resultantes de las respuestas a la pregunta N° 4b.

5.5.2.3 Respecto de la Gestión de los Residuos en Otras Localidades de la Región.

Pregunta 1: ¿Conoce alguna/s localidad/es donde se separa los residuos en las viviendas?:

Más del 60% de los participantes que contestaron la encuesta se manifestaron que NO conocían de alguna localidad/es de la región donde se separaran los Residuos en las viviendas, en cambio menos de un 10% dijo que sabía de alguna localidad donde se realizaba esta tarea y citó ejemplos y más del 30% eligieron el ítem de no saber o no contestar (Figura 26).

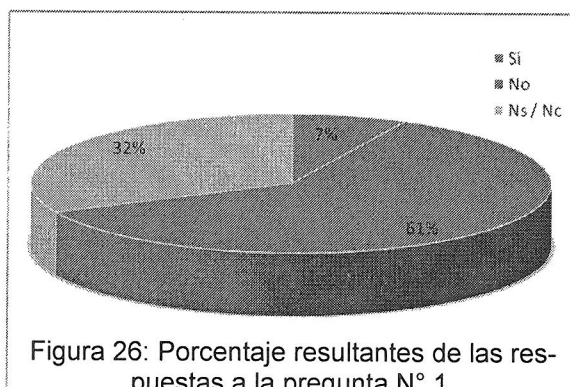


Figura 26: Porcentaje resultantes de las respuestas a la pregunta N° 1.

Pregunta 2: ¿Conoce qué se hace con los Residuos Orgánicos en esa/s localidad/es?:

Menos del 60% de los participantes que contestaron la encuesta se manifestaron que NO conocían qué se hacía con los Residuos Orgánicos en la/s localidad/es donde se separaran los Residuos en las viviendas, en cambio menos de 5% dijo que sabía que se hacía con estos residuos, y dió ejemplos como el COMPOST, y resto eligió el ítem de no saber o no contestar (Figura 27).

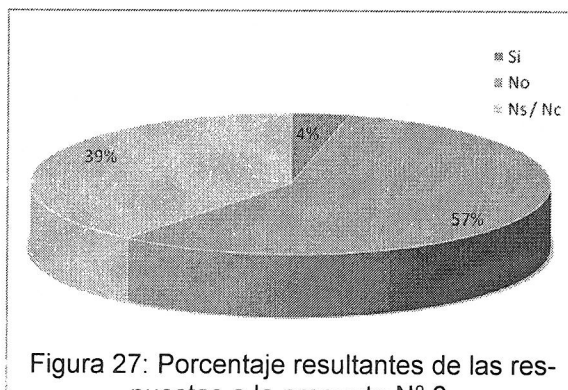


Figura 27: Porcentaje resultantes de las respuestas a la pregunta N° 2.

Pregunta 3: ¿Y con los Residuos Inorgánicos?:

Menos del 10% de los participantes que contestaron la encuesta manifestaron conocer qué se hacía con los Residuos Inorgánicos, y nombraron ejemplos, en cambio, más del 50% dijo qué no sabía que se hacía con estos residuos, el resto eligió el ítem de no saber o no contestar (Figura 28).

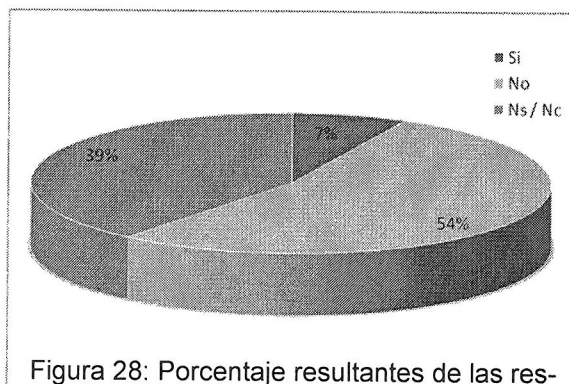


Figura 28: Porcentaje resultantes de las respuestas a la pregunta N° 3.

5.5.3. Conclusiones generales de la Encuesta.

Una vez terminado el análisis de las respectivas encuestas, se pudo llegar a la conclusión, que gran parte de la gente que ha colaborado con esta iniciativa, se ha mostrado a favor de la implementación de la separación de sus residuos en origen, lo que les modificaría las costumbres, pero estaría bien, con un periodo de gracia para lograr una adecuación a la nueva tarea.

Uno de los principales temas, sería el de las bolsas de residuos, para poder identificarlos.

Además, parte de los habitantes de los hogares muestreados estaban al tanto del tema y la complejidad de los mismos, conocían casos de localidades donde se separaban residuos y en otras donde se colocaban contenedores en la vía pública para colocar sus residuos ya clasificados. También conocían, ya sea por revistas, internet o por documentales televisivos, experiencias realizadas en otros países.

5.6 Nota al Final del Capítulo 5.

La metodología operativa utilizada en el desarrollo del muestreo fue diseñada, con la finalidad de alcanzar los objetivos planteados y, por lo tanto, lograr

una mayor colaboración de la población y procesar la totalidad del residuo generado durante el muestreo.

A partir del muestreo y de la elaboración de las encuestas, se puede decir que es posible implementar la separación en origen y su recolección diferenciada en la Ciudad de Tres Arroyos. Esto debería ir acompañado por una estrategia de gradual implementación, acompañado por una campaña de concientización.

CAPÍTULO VI

“Propuesta de Bases para la GIRSU”

6. Propuesta de Bases para la GIRSU.

Los lineamientos mínimos que se consideran bases para la implementación de un Sistema GIRSU en la Ciudad de Tres Arroyos son:

- Legislación Local Específica.
- Fortalecimiento Institucional.
- Programa Municipal de Educación Ambiental.
- Separación en Origen.
- Recolección Diferenciada de los RSU.
- Planta de Recuperación de RSU.
- Relleno Sanitario.
- Tratamiento de la Fracción Orgánica de los RSU.

A continuación, se explica brevemente cada uno de los puntos anteriormente mencionados.

- Desde el ámbito municipal, tanto el Poder Ejecutivo como el Poder Legislativo, deben solicitar el correspondiente asesoramiento a Técnicos Idóneos, en estos temas, debe generarse en conjunto una **Legislación Local Específica** complementaria de la ya existente, a nivel nacional y provincial, y orientada directamente a la aplicación de la GIRSU.
- El **Fortalecimiento Institucional** implica la creación de un área específica dentro del organigrama municipal, con infraestructura y recursos humanos. Las debilidades institucionales existentes han sido la raíz de los inconvenientes que se han detectado en las diferentes consultas durante el desarrollo del presente trabajo.
- Es importante que la futura GIRSU de Tres Arroyos contemple la implementación de un **Programa Municipal de Educación Ambiental** específico sobre la

problemática de los RSU, de forma que la información y la justificación de las acciones municipales y los proyectos a poner en práctica cuenten con la aceptación de la ciudadanía en su conjunto, ya que estos son los controladores naturales del servicio de higiene urbana en todas sus etapas.

Es necesario tener como destinatarios del programa de educación ambiental a los alumnos de las instituciones educativas locales en todos los niveles de enseñanza.

También para un adecuado desarrollo del Programa de Educación Ambiental, el municipio debe poner énfasis en el fortalecimiento institucional, generando la infraestructura necesaria e incorporando los recursos humanos formados para tal fin.

- Realizar la **Separación en Origen**, facilitando a la población los elementos necesarios para dicha tarea.

Es importante que la futura GIRSU de Tres Arroyos contemple la implementación de un **Programa Municipal de Separación en Origen**, en todo de acuerdo con la legislación vigente, y proveyendo las herramientas necesarias para que se le facilite a la población los elementos correspondientes para lograr la menor complejidad para realizar este tipo de actividad.

Se debe fomentar el uso de bolsas de residuos biodegradables, cumpliendo con la normativa vigente, por lo tanto se tiene que llegar a un acuerdo con los comerciantes para que estos entreguen bolsas identificables por colores para este uso.

- Se debe implementar un circuito de **Recolección Diferenciada de RSU**, y ajustar los componentes para poder llevarla a cabo con total éxito.

El municipio, como principal actor en la GIRSU, debe diseñar un plan de recolección diferenciada, coordinada con el programa municipal de Separación en Origen, evaluando frecuencias, posibilidad de ubicación de contenedores en la vía pública, y el retiro de su contenido, con el correspondiente traslado al sitio

de tratamiento y disposición final. Para esto es necesario acordar con la empresa encargada de la recolección de RSU en la ciudad, y modificar la actual ordenanza de contratación del servicio de Higiene Urbana para que esto pueda implementarse.

- Para minimizar los residuos a disponer, es necesario proyectar, diseñar y construir una **Planta de Recuperación de RSU**, para lo cual este trabajo genero conocimiento respecto de los porcentajes de composición de los mismos, lo que permite calcular la capacidad máxima de procesamiento de la misma, y preveer futuras ampliaciones, ya sea por aumento de la población, o por aumento del área servida con Separación en Origen y Recolección Diferenciada.

La ubicación de la futura planta, es conveniente que estuviera emplazada dentro de los límites del actual predio de disposición final de RSU, para no tener que generar un recorrido de traslado de los rechazos y la fracción orgánica y aprovechar la superficie disponible para el acopio de los materiales recuperados, para su posterior comercialización.

- Se debe contar con un **Relleno Sanitario** ajustado a la legislación vigente, cumpliendo todo lo establecido en la Res. 1143/02 PBA, la que contempla dos escalas de generación de RSU. Tres Arroyos tendrá que tener en cuenta la primera parte, que se orienta a ciudades que generan hasta un máximo de 50 Tn de RSU diarias. La misma establece 5 criterios que se presentan, a continuación:
 - **Localización:** este criterio no se aplica directamente, dado que la localización para el futuro Relleno Sanitario ya se encuentra determinada, siendo el predio de 10 Ha. lindero al actual predio de disposición final de RSU. Lo que se debe realizar es la totalidad de estudios que exige dicho apartado.
 - **Diseño:** establece pautas y características que deben poseer todos los rellenos sanitarios en la provincia.

- **Admisión de Residuos:** establece qué tipo de residuos pueden ingresar al relleno y cuales, por su tipo u origen, no lo pueden hacer.
 - **Operación:** establece criterios de operación, tipos de maquinas a utilizar, mantenimiento y los distintos tipos de controles que se deben realizar.
 - **Clausura y Mantenimiento Post Clausura:** plazos y tareas para realizar las distintas etapas del mismo.
- Se debe realizar un estudio del tratamiento de la **Fracción Orgánica de los RSU**, ya que los mismos según los datos obtenidos del muestreo realizado en este trabajo, alcanzan más del 60%, siendo así el tipo de residuo mayoritario a gestionar. Además la Asociación para el estudio de los Residuos Sólidos (ARS) en su "Taller sobre Tratamiento Biológico de los residuos", concluye que por la sola presencia de estos residuos, en el sitio de disposición final impone costos para él control de:
- Generación de gas Metano.
 - Generación de Lixiviados.
 - Olores desagradables.
 - Atracción de Vectores de Enfermedades.
 - Asentamiento desigual de terrenos.

Estos controles deben realizarse aún luego de finalizadas las operaciones de Clausura y Mantenimiento Post Clausura.

6.1 Nota al Final del Capítulo 6.

En los siguientes capítulos se desarrollan dos de los componentes más importantes de la GIRSU, como los las Plantas de Recuperación de Residuos Sólidos Urbanos y el Relleno Sanitario. El primero se analiza y comparan a partir de un Proyecto Final anterior a este, y el segundo se diseña a partir de los datos que se obtuvieron en el muestreo.

- **Admisión de Residuos:** establece qué tipo de residuos pueden ingresar al relleno y cuales, por su tipo u origen, no lo pueden hacer.
 - **Operación:** establece criterios de operación, tipos de maquinas a utilizar, mantenimiento y los distintos tipos de controles que se deben realizar.
 - **Clausura y Mantenimiento Post Clausura:** plazos y tareas para realizar las distintas etapas del mismo.
-
- Se debe realizar un estudio del tratamiento de la **Fracción Orgánica de los RSU**, ya que los mismos según los datos obtenidos del muestreo realizado en este trabajo, alcanzan más del 60%, siendo así el tipo de residuo mayoritario a gestionar. Además la Asociación para el estudio de los Residuos Sólidos (ARS) en su "Taller sobre Tratamiento Biológico de los residuos", concluye que por la sola presencia de estos residuos, en el sitio de disposición final impone costos para él control de:
 - Generación de gas Metano.
 - Generación de Lixiviados.
 - Olores desagradables.
 - Atracción de Vectores de Enfermedades.
 - Asentamiento desigual de terrenos.

Estos controles deben realizarse aún luego de finalizadas las operaciones de Clausura y Mantenimiento Post Clausura.

6.1 Nota al Final del Capítulo 6.

En los siguientes capítulos se desarrollan dos de los componentes más importantes de la GIRSU, como los las Plantas de Recuperación de Residuos Sólidos Urbanos y el Relleno Sanitario. El primero se analiza y comparan a partir de un Proyecto Final anterior a este, y el segundo se diseña a partir de los datos que se obtuvieron en el muestreo.



CAPÍTULO VII

“Plantas de Recuperación de Residuos Sólidos Urbanos”

7. Plantas de Recuperación de RSU.

En este capítulo se presenta uno de los componentes de la GIRSU que fomenta la minimización de residuos a disponer y oficia como núcleo integrador para la reinserción socio laboral de los recuperadores informales de RSU.

A continuación se utilizan datos elaborados con anterioridad por la Ing. María Gisela Arrigo, 2006, presentando tres tablas que comparan experiencias reales y proyectos avanzados de Plantas de Recuperación de RSU dentro de la Provincia de Buenos Aires.

7.1 Plantas de Recuperación de RSU en Prov. de Buenos Aires.

Las Plantas de Recuperación de Residuos, según el número de habitantes de las localidades, se pudieron agrupar en pequeñas localidades (hasta 100.000 hab.), medianas localidades (entre 100.000 y 1.000.000 hab.) y grandes localidades (con más de 1.000.000 hab.).

Manteniendo esta agrupación, con excepción de la Planta de Recuperación de RSU de San Francisco de Bellocq que fue presentada en el Capítulo 4, las localidades analizadas son:

- Pequeñas localidades: Rauch, Laprida, Trenque Lauquen y Bragado
- Medianas localidades: Mercedes y San Nicolás
- Grandes localidades: Mar del Plata, Ensenada y Norte III B.

A continuación se presenta una comparación entre las distintas Plantas (Tablas 7, 8 y 9), teniendo en cuenta: ubicación, número de habitantes, descripción de la planta, toneladas que se procesan, separación en origen, residuos que llegan a la planta, tratamiento de patogénicos, compost, maquinas e infraestructura, personal, campañas educativas y observaciones de cada una.

Tabla 7: Comparación de las principales características de las Plantas de Recuperación de RSU para pequeñas localidades.

Pequeñas Localidades	Rauch	Laprida	Trenque Lauquen	Bragado
Nombre de la Planta	URRA (Unidad de Reciclado de Residuos de Rauch)	Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos Laprida	PROLIM	ECOBLAG
Ubicación	En el área periurbana a solo 500 m de la Ruta 30	A 800 m. del casco urbano en un predio de 2 hectáreas	Lindero a la Planta Depuradora de Efluentes Cloacales	En Parque Industrial (Ruta Nacional N°5 Km. 209,5)
Habitantes	7.000	9.615	40.000	40.373
Descripción de la Planta	Construida mediante un subsidio del Banco Mundial y aporte de la Municipalidad	El intendente Alfredo Irigoien, tuvo la idea rectora y adaptó las experiencias europeas. La planta está a cargo del Departamento de Obras Públicas		Proyectada, diseñada y construida por la Municipalidad. Separación de orgánicos, inorgánicos y patogénicos
Toneladas que se procesan	3,5 Tn/día		35 Tn/día	24 Tn/día
Separación en origen		Si	Si	Si
Residuos que llegan a la Planta		Orgánicos: 55% Inorgánicos reciclables: 21% Patogénicos y otros: 21,5% Especiales: 2,5%	Orgánicos: 65% Inorgánicos: 35% Peligrosos: sin registro	Orgánicos: 64% Papel y cartón: 6% Vidrio: 3% Plástico: 9% Patogénicos: 9% Textil: 3% Metal: 4% Otros: 2%
Tratamiento de patogénicos	No	Se tratan por incineración en un horno pirolítico en la planta	Se tratan por incineración en un horno pirolítico en la planta	Se tratan por incineración en un horno pirolítico en la planta
Compost	Si	Si	Si	Si
Maquinaria/ Infraestructura	<ul style="list-style-type: none"> 1 mini cargador 1 furgón para transporte de residuos patogénicos 	<ul style="list-style-type: none"> 4 cintas transportadoras con motorreductor. 1 separadora mecánica. 	<ul style="list-style-type: none"> 1 plataforma de descarga con sistema de lavado a presión 	<ul style="list-style-type: none"> pala mecánica cinta elevadora plataforma de selección

	<ul style="list-style-type: none"> • 1 prensa hidráulica de enfardar • 1 cinta transportadora • 1 horno pirolítico • 2 mini molidoras de orgánico • 1 tractor • 1 hidrolavadora • 1 cernidor para afinado de compost • 2 acoplados de cuatro ruedas • 1 Camión con caja volcadora afectado de la Dirección de Servicios Urbanos • 1 motoguadaña • 1 cortadora de pasto • 1 máquina selladora de bolsas 	<ul style="list-style-type: none"> • 2 imanes permanentes. • 2 turbinas de alto rendimiento. • 1 polipasto sobre monorraíl eléctrico. • 3 prensas hidráulicas. • 1 triturador de orgánico. • 1 zaranda de orgánico. • 1 volante • 1 pala cargadora frontal. • 1 horno de incineración pirolítico de 125 kg./h. • 1 grumadora. • herramientas menores. 	<ul style="list-style-type: none"> • sistema de captación de lixiviados • 1 trituradora para orgánicos • 1 tromel • 2 cintas móviles • 2 cinta magnética • camas de compostaje • contenedores de materiales recuperados • boxes de acopio de material inorgánico • prensas hidráulicas • 1 prensa para latas • 1 enfardadora de plásticos • 1 horno pirolítico • galpón de contención para residuos tóxicos y peligrosos 	<ul style="list-style-type: none"> • cinta transportadora • contenedores para material seleccionado • prensas hidráulicas • boxes cubiertos y descubiertos • mollienda para orgánicos • horno pirolítico • sistema de depuración de líquidos
Personal	16 operarios, de los cuales algunos son del Plan Jefes de Familia y otros ex "cirujas" u personal contratado	2 encargados y 12 operarios de planta. Estos operarios son ex "cirujas"	24 operarios	Los operarios son ex "cirujas"
Campañas educativas	Antes de la construcción campañas de educación formal e informal	Campañas de pila y papel. Creación de la Patrulla Ecológica	Campañas de concientización profundas y exhaustivas	Anteriores y posteriores a la instalación de la planta, con visitas guiadas al establecimiento
Observaciones	Se están realizando continuas mejoras para optimizar la producción de la planta. Es uno de las plantas modelo del	El "Taller Protegido" de chicos con capacidades diferentes realizan las bolsas de diferentes tamaños y colores.	Las bolsas rojas y verdes son provistas por el Taller Protegido "Peñi-Hue". Los residuos de Beruti se tratan en	La planta fue construida en el marco de un Plan de Gestión Integral de Residuos (Proyecto Ecológico Bragado)

Tabla 8: Comparación de las principales características de las Plantas de Recuperación de RSU para medianas localidades.

Medianas Localidades	Mercedes (proyecto)	San Nicolás
Nombre de la Planta	Planta Integral de Tratamiento de Residuos Sólidos Urbanos Mercedes	ENTRE
Ubicación	Futuro Relleno Sanitario	Empresa Nicoleña de Tratamiento de Residuos Dentro del relleno sanitario ubicado al oeste de la ciudad a 6 km de distancia de la misma,
Habitantes	60.000	150.000
Descripción de la Planta	La Municipalidad de Mercedes firmó un Convenio Marco con la Provincia de Buenos Aires a través del Programa Provincial de Residuos Sólidos Urbanos. Por el mismo se proponía la inclusión de este Partido en el Programa Provincial con la posibilidad de instalar una Planta de tratamiento de Residuos. La Planta sería manejada en su totalidad por la Municipalidad.	Fue diseñada y construida por la empresa AZCOITIA y Cia. Y es manejada por ENTRE, cuyos titulares son los miembros de AZCOITIA.
Toneladas que se procesan	50 Tn/día	100 Tn/día
Separación en origen	Si	No
Residuos que llegan a la Planta	Orgánicos: 51% Papel y catón: 13% Vidrio: 4,7% Plástico: 13,5% Patogénicos: 1,6% Textil: 1,3% Metales: 2,8% Otros: 12,1%	Orgánicos: 72.0% Papel y cartón: 5.5% Vidrio: 1.7% Plástico: 2.3% Textil: 2.1% Metales: 0.9% Madera: 0.4% Tetrabrick: 0.5% Bolsas: 6.5%
Tratamiento de patogénicos	Si	No
Compost	Si Y biodigestor anaeróbico	No

Maquinaria/ Infraestructura	<ul style="list-style-type: none"> ● tolva de recepción ● cinta elevadora ● plataforma de clasificación ● cinta transportador para la selección ● contenedores para inorgánicos ● biodigestor anaeróbico 	<ul style="list-style-type: none"> ● tolva ingreso ● cinta de elevación ● equipo desgarrador de envases ● cinta de elevación ● cinta de selección ● cinta de separación ● cinta de extracción ● tolva de descarga y almacenamiento
Personal	50 empleados ex “cirujas” y otros profesionales en el área de Administración y Gestión	
Campañas educativas	Previas a la instalación de la planta. Dentro de la misma funcionaría un museo de la basura.	
Observaciones	El Convenio antes citado fue validado por el Concejo Deliberante de la Ciudad pero la Provincia lo dejó sin efecto	
		Anteriores a la construcción de la planta
		Se está trabajando con el equipamiento adecuado, a un bajo costo de mantenimiento y con un sistema operativo simple, pero se obtiene un bajo rendimiento y un alto costo de operación por lo que se recomienda separación en origen.

Tabla 9: Comparación de las principales características de las Plantas de Recuperación de RSU para grandes localidades.

Grandes Localidades	Mar del Plata (propuesta)	Ensenada	Norte III B (proyecto)
Nombre de la Planta	Planta de Separación y Clasificación Mar del Plata	Planta Ensenada	Planta de Separación Norte III B
Ubicación	Preferentemente dentro del predio del relleno sanitario	Dentro del Centro de Disposición Final de Ensenada (Diagonal 74 y el Canal del Gato)	En el relleno sanitario Norte III propiedad del CEAMSE (Camino del Buen Ayre Km. 6.8, Progresiva 8600), Partido de José León Suárez, Municipio Gral. San Martín,
Habitantes	532.845		
Descripción de la Planta	Puede ser diseñada y construida en base a las pautas dadas por una empresa particular o por la Municipalidad, pero su administración y gestión se recomienda que esté a cargo de la Municipalidad del Partido de General Pueyrredón	La inversión económica la realizó Savitar S.A. con la participación del Municipio de Ensenada y de ONGs (EcoRaíces) que se encargó de la capacitación del personal. La planta era manejada por una cooperativa de ex "cirujas"	A cargo del consorcio TECSAN, conformado por Benito Roggio e Hijos/ORMAS S.A.I.C.I.C. UTE
Toneladas que se procesan	100 Tn/día	385 Tn/día, llegará a 850 Tn/día	480 Tn/día
Separación en origen	No	No	No
Residuos que llegan a la Planta	Orgánicos: 58,8% Papel y cartón: 9,8% Vidrio: 9,3% Plástico: 7,5% Metal: 3,2% Otros: 11,4%	Orgánicos: 48,5% Papel y cartón: 17,8% Vidrio: 3,1% Plástico: 15,5% Patogénicos: 6% Especiales: 2.1% Metal: 2,2% Otros: 4,8%	Orgánicos: 33% Papel y cartón: 24% Vidrio: 5% Plástico: 14% Patogénicos: 4% Textil, goma, cuero y corcho: 3,7% Metales: 2% Madera: 1,3% Construcción y demolición: 2% Jardinería y poda: 5%

Tratamiento de patogénicos	No	No	Otros: 6%
Compost	Si	No	Si
Maquinaria/ Infraestructura	<ul style="list-style-type: none"> • 1 tolva de recepción • 1 cinta elevadora • 1 cinta transportadora • 20 contenedores para material seleccionado • 20 carros volcadores • prensas hidráulicas • 1 prensa para latas • 1 chipeadora • 1 zaranda • 1 pala frontal • 1 camión con volquete 	<ul style="list-style-type: none"> • tolva de recepción. • cinta elevadora. • plataforma elevada de selección con un ascensor para discapacitados. • cinta transportadora para la selección. • 9 carros para depositar inorgánicos. • boxes para inorgánicos seleccionados. 	Actualmente en Norte III A <ul style="list-style-type: none"> • fosa de alimentación • elevador • plataforma elevada de selección con un ascensor para discapacitados • cinta transportadora • bolsones de material clasificados • contenedor para vidrio • prensas hidráulicas verticales • 1 cargadora frontal • autoelevador
Personal	45 operarios preferentemente ex "cirujas", 5 profesionales	120 puestos de trabajo (60 por turno): 32 puestos de separación. Operarios ex "cirujas" de una cooperativa	80 puestos de trabajo (40 por turno) 24 de los cuales son separación.
Campañas educativas	Campañas anteriores a la instalación de la planta y durante su funcionamiento	Capacitación del personal	Campañas realizadas por el CEAMSE, por ej. La escuela recicla
Observaciones	Se implementará más adelante la separación en origen de orgánicos e inorgánicos.	Actualmente no está en funcionamiento debido a problemas internos con los trabajadores	Se inaugurará el sector Norte III B en diciembre de 2005, y la Planta comenzará a funcionar en abril de 2006.

7.2 Conclusiones sobre Plantas de Recuperación de RSU.

No existen datos actualizados de Plantas de Recuperación de RSU, a pesar de existir una página web oficial específica de cada localidad, en algún caso los datos han sido cargados únicamente cuando se inició la operación de la planta, y en otros casos, si bien el personal a cargo de las Plantas se comprometió a enviar los datos actuales, no lo han hecho. Esta es una característica general para la PBA, incluyendo al CEAMSE.

En general, las Plantas de Recuperación de RSU han sido diseñadas según las posibilidades de cada municipio, esto es si se contó o no con financiación y recursos humanos adecuados para tal tarea. El caso más significativo de errores en el diseño, es la Planta de Separación y Clasificación de la ciudad de Mar del Plata, que contó con la financiación, pero no con la formación o experiencia adecuada de sus diseñadores (no participaron ni las universidades nacionales y/o privadas, ni el colegio profesional correspondiente). Esto ha tenido sus consecuencias hasta la actualidad, ya que a la fecha no se encuentra en condiciones operativas.

En algunas Plantas de la Provincia de Buenos Aires, han sido generalizadas las correcciones y puestas a punto luego de haber sido inauguradas, lo que ha resultado exitoso en algunos casos y fracasos en otros, siendo estos últimos un componente de excepción para la comunidad de recuperadores informales y para los funcionarios municipales, lo que complica la implementación de una GIRSU.

Para el caso puntual de la Ciudad de Tres Arroyos, la infraestructura requerida no debe alejarse de la Planta de Recuperación de Pequeñas Localidades (< 100.000 Hab.), por lo que se propone una Planta de Recuperación de características similares a la proyectada en la localidad de Mercedes, y que fue descrita en la Tabla 8, complementada con ajustes a la realidad local y asesoramiento de empresas. Este componente de la GIRSU debe ser cuidadosamente atendido, ya que implica la reinserción socio-laboral de los recuperadores informales de cada localidad.



CAPÍTULO VIII

“Relleno Sanitario”

8. Relleno Sanitario.

8.1 Introducción.

En este capítulo se presenta y se desarrolla detalladamente una propuesta con distintos escenarios de gestión de los RSU, y se diseña el componente más conflictivo desde el punto de vista de la conformidad social que es la Disposición Final, última etapa del flujo de los residuos.

De los datos obtenidos en el muestreo de RSU, presentado en el Capítulo 5, se desprende la factibilidad de recuperar tanto materiales inorgánicos como el tratamiento de la materia orgánica, en todo de acuerdo a la legislación específica vigente⁵.

Para el caso de materia orgánica se propone su tratamiento biológico aerobio y anaerobio, para producir compost y biogás respectivamente. Esto implica transformar residuos en un material útil en el primer caso y en el segundo caso energía en forma de gas combustible (metano).

En el caso de los materiales inorgánicos se propone una planta de recuperación, cuya capacidad debería procesar el 20% de lo generado con valor de mercado (Capítulo 7). A partir de este porcentaje de población servida con un sistema de separación en origen con recolección diferenciada, se iría incrementando en varias etapas, de forma de que la primera etapa abarca un área que resulte manejable para la gestión municipal, y luego ampliar el área servida de acuerdo a la experiencia y posibilidades económico-financieras del municipio.

Aun con el aprovechamiento propuesto en los párrafos anteriores, habrá un porcentaje de rechazo de los RSU, no recuperable o tratable, sumados a los generados en las áreas de la ciudad en que se recolecte mezclado, es decir sin separación en origen ni recolección diferenciada, para lo cual siempre es necesario su disposición final. Es esta necesidad la que motiva destinar el presente capítulo al diseño y cálculo de un módulo de Relleno Sanitario, sin dejar de citar las ventajas y desventajas de esta metodología de Disposición Final.

⁵ Ley Nacional 25.916 de Gestión de Residuos Sólidos Domiciliarios.
Ley Provincial 13.592 de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos.

8.2 Ventajas del Relleno Sanitario.

El relleno sanitario, como método de disposición final de los RSU, es sin lugar a dudas la alternativa más conveniente para nuestro caso. Sin embargo, es esencial asignar recursos financieros y técnicos adecuados, para su planificación, diseño, construcción, operación y mantenimiento.

- La inversión inicial de capital es inferior a la que se necesita para implantar cualquiera otro método de tratamiento, como por ejemplo la incineración de los RSU.
- Relativamente bajos costos de operación y mantenimiento.
- Es un método completo y definitivo, dada su capacidad para recibir todo tipo de RSU, obviando los problemas de cenizas de la incineración y de la materia no susceptible de descomposición en la compostación.
- Genera empleo de mano de obra no calificada, permitiendo la inclusión socio-laboral de los recuperadores informales de RSU.
- El sitio de emplazamiento se ubica relativamente cerca del área urbana generadora de los RSU, reduciendo los costos de transporte y facilitando la supervisión por parte de la comunidad.
- Recupera terrenos que fueron considerados improductivos o marginales, tornándolos útiles para, al finalizar su vida útil, construir o parquear, un área destinada a la recreación.
- La operación se inicia en el corto plazo, y su ampliación es gradual y de acuerdo a las necesidades de la localidad.
- Es flexible, en el sentido de no requerir de instalaciones permanentes y fijas, y también debido a que puede recibir mayores cantidades adicionales de RSU con poco incremento de personal.

8.3 Desventajas del Relleno Sanitario.

- La adquisición del terreno constituye la primera barrera para la construcción de un relleno sanitario, debido a la oposición que se genera por parte de la población, ocasionada en general por factores tales como:
 - La falta de conocimiento sobre la técnica del Relleno Sanitario.
 - Asociarse erróneamente el término Relleno Sanitario al de "basurero a cielo abierto".
 - Desconfianza hacia las distintas administraciones municipales por la inadecuada gestión de los RSU.
 - El crecimiento poblacional y la consecuente ampliación del área urbanizada que encarece el costo de los terrenos disponibles, debiéndose ubicar en sitios alejados, lo que lleva consigo un aumento en el costo del transporte.
 - En el caso de Tres Arroyos, la selección del sitio de emplazamiento ya ha sido determinada, (Punto 8.4)
- La supervisión constante tanto de la construcción como de la operación, implica contar con el personal calificado para mantener un alto nivel de calidad, a fin de evitar fallas futuras.
- Existe riesgo de que el Relleno Sanitario se transforme en un "basurero a cielo abierto", por la falta de voluntad política, ya que se suele minimizar la inversión necesaria para la correcta operación y mantenimiento.
 - Riesgo de contaminación de aguas subterráneas y superficiales cercanas (Primer Brazo de los Tres Arroyos).
 - Se debe controlar el asentamiento diferencial en los primeros dos años posteriores al cierre del relleno, dificultando el uso del área parquizada.

8.4 Requerimientos para el Diseño del Relleno Sanitario.

Se deberá cumplir con la normativa específica vigente (Resolución SPA N° 1.143/02), por lo que a continuación se presentan las pautas generales de diseño, que en el caso de la ciudad de Tres Arroyos, actualmente cuenta con una generación de aproximadamente 35 tn/día de RSU, se encuadra en el caso de localidades con generación menor o igual a 50 tn/día.

El municipio del Partido de Tres Arroyos, ya cuenta con un predio de 35 ha, en el que desde hace mas de 3 décadas se disponen los RSU en forma inadecuada, pero desde el año 2004 (Figura 29), ha sufrido una intervención para mejorar su estado de basurero a cielo abierto, y siendo convertido en un relleno sanitario. Para esto se realizaron tareas de compactación de lo ya dispuesto, y luego se le coloco una cubierta de arcilla para impermeabilizar y suelo natural como cobertura final, con el objeto de minimizar los impactos negativos producto de la inadecuada operatorio antes mencionada.



Figura 29: A la izquierda se puede apreciar el estado en que se encontraba el sitio de disposición final previo al inicio de conversión. A la derecha se observa los trabajos de cobertura ya realizados y se aprecia la presencia de la vegetación y las instalaciones de los servicios del predio.

Posteriormente al cambio en la gestión de los RSU del antiguo predio de 35 Ha., se adquirió un predio aledaño al anterior de 10 Ha., ubicado con el frente operativo sobre la misma avenida Aníbal Ponce, para ser destinado a la disposición final por el método de relleno sanitario. Estos sectores se muestran en la figura 30.



Figura 30: los recuadros muestran los sectores de disposición final anterior (antes de 2004) y actual. Fuente: Google Earth.

Para cumplir con el Punto 1 de la Resolución 1.143/02, el predio destinado por la Municipalidad de Tres Arroyos, cuenta con un Informe Hidrogeológico⁶ para el emplazamiento del futuro relleno sanitario (Anexo V). Este informe concluye que:

"El área elegida para el emplazamiento del futuro relleno sanitario presenta buenas aptitudes hidrogeológicas. Esto se basa en la presencia en la primera parte del perfil de suelo de niveles petrocálcicos y limos que pueden retardar una posible fuga de fluido del relleno.

La profundidad de la napa freática es aceptable, ya que la misma se encuentra a unos seis metros. No obstante habrá que observar la fluctuación de la misma en el sector del futuro relleno.

El flujo de agua subterránea demuestra que en caso de producirse fuga del agua residual, la misma no afectaría a pozos de abastecimiento de la ciudad.

En cuanto a la calidad del agua de la zona, los análisis demuestran una alta concentración de nitratos y flúor.

Para un mejor conocimiento del sector afectado al futuro relleno sanitario se recomienda la ejecución de pozos de reconocimiento en el área. Estos permitirán corroborar o corregir las conclusiones arribadas en el presente informe.

⁶ "Informe Hidrogeológico para el Emplazamiento de un Relleno Sanitario en la Ciudad de Tres Arroyos". Instituto de Hidrogeología de Llanuras. Mayo de 2005.

Dichos pozos podrán ser utilizados a posteriori como pozos de monitoreo tanto para evaluar la fluctuación del nivel freático como para la obtención de muestras de agua. Mediante los análisis correspondientes se podrá detectar cualquier variación en la concentración inicial del agua subterránea debido al nuevo emplazamiento."

8.5 Diseño de una celda del Relleno Sanitario.

En su punto 2, la Resolución 1.143/02, establece criterios básicos para el diseño de la celda que se desarrolla a continuación.

En la ciudad de Tres Arroyos, se generan, recolectan y disponen diariamente aproximadamente 35 Tn. de RSU en el predio. Este dato fue aportado por la empresa Transportes Malvinas, prestataria del servicio de higiene urbana de la ciudad de Tres Arroyos, en base a mediciones semestrales del peso de todos sus camiones recolectores.

8.5.1. Calculo del volumen de la celda.

Los requerimientos de espacio del relleno sanitario están dados en función de:

- La cantidad de RSU recolectados y transportados al relleno: 35 Tn/día.
- La densidad de los RSU, una vez compactados, y estabilizados: 600 a 700 Kg./m³ y estabilizados un 20% mayor⁷.
- La cantidad necesaria de material para realizar la cobertura de los mismos. Este dato es aproximadamente de un 20 a 25% del volumen de los RSU estabilizados.

⁷ Residuos Sólidos Municipales, Programa de Salud Ambiental - Serie Técnica N°18 - Organización Panamericana de la Salud, Septiembre de 1991.

8.5.1.1 Volumen de los RSU.

De acuerdo a los dos primeros parámetros anteriores, se puede calcular el volumen de RSU diario y anual a disponer en el Relleno Sanitario.

$$V_{RD} = \frac{RSU_D}{\text{Densidad}_{\text{compactada}}} = \frac{35.000 \text{ Kg}}{650 \text{ Kg/m}^3} = 53,85 \text{ m}^3/\text{día}.$$

V_{RD} : Volumen de Residuos Diarios que arriban al Relleno Sanitario.

RSU_D : Peso de Residuos Diarios que arriban al Relleno Sanitario.

$\text{Densidad}_{\text{compactada}}$: Densidad media de los RSU recién compactados.

El volumen anual es el siguiente:

$$V_{RA} = V_{RD} \times 365 = 53,85 \text{ m}^3/\text{día} \times 365 \text{ días/año} = 19.655,25 \text{ m}^3/\text{año}.$$

V_{RA} : Volumen de Residuos Anuales que arriban al Relleno Sanitario.

8.5.1.2 Volumen del Relleno Sanitario.

Como se anticipo para obtener el volumen del Relleno Sanitario para el primer año de tareas, se debe tener en cuenta el incremento del mismo en un 20 %, debido al material de cobertura:

$$V_{RS} = V_{RA} \times MC = 19655,25 \text{ m}^3/\text{año} \times 1,2 = 23.586,30 \text{ m}^3/\text{año}.$$

V_{RS} : Volumen de Residuos Anuales que arriban al Relleno Sanitario mas el material de cobertura en el primer año de operación.

MC: Factor del material para la cobertura.

A partir de este resultado y teniendo en cuenta el crecimiento poblacional expuesto en el punto 4.3, se calculan los volúmenes anuales recepcionados en los próximos 10 años, necesarios para prever el volumen del modulo para deprecionarlos (Tabla 10).

Tabla 10: Volúmenes Anuales de RSU estimados para los primeros 10 años de operación.

Años de Operación	Volumen Anual m ³	Volumen Acumulado m ³
1	23586,30	23586,30
2	26416,66	50002,96
3	29586,65	79589,61
4	33137,05	112726,66
5	37113,50	149840,16
6	41567,12	191407,28
7	46555,17	237962,46
8	52141,79	290104,25
9	58398,81	348503,06
10	65406,67	413909,73

8.5.1.3 Cálculo aproximado del área necesaria.

Con el volumen calculado, se puede estimar el área necesaria para la construcción de la celda completa, considerándola en esta instancia como un paralelepípedo de 7 metros de altura, de los cuales 3 metros serán excavados y 4 metros estarán sobre el nivel del suelo natural.

El área necesaria la podemos estimar con la siguiente ecuación:

$$A_{RS10} = \frac{V_{RS}}{H_{RS}} = \frac{413909,73 \text{ m}^3}{7 \text{ m}} = 59.129,96 \text{ m}^2.$$

A_{RS10} : Área a rellenar en 10 años.

H_{RS} : Altura o profundidad media del relleno sanitario.

A esta superficie, se le debe sumar la de los servicios auxiliares como caminos de acceso al relleno y sector de maniobras. Las áreas de alistamiento de las herramientas, oficinas, baños, vestuarios y estacionamiento para los vehículos, ya existen en el sector antiguo del predio, por lo que del rango recomendado 20 a 40 % del volumen a disponer en el primer año, se elige el extremo inferior: 20%.

El área necesaria en el primer año de operación es:

$$A_{RSA} = \frac{V_{RS}}{H_{RS}} = \frac{23586,30 \text{ m}^3/\text{año}}{7 \text{ m}} = 3.369,50 \text{ m}^2/\text{año}.$$

A_{RSA} : Área a rellenar en 1 año.

H_{RS} : Altura o profundidad media del relleno sanitario.

El área necesaria para la instalación de los servicios auxiliares es:

$$A_{SA} = A_{RSA} \times 0,2 = 3369,50 \text{ m}^2 \times 0,2 = 673,90 \text{ m}^2.$$

A_{SA} : Área destinada a servicios Auxiliares.

El área total requerida para los 10 años de operación es:

$$A_{TR10} = A_{RS10} + A_{SA} = 59129,96 \text{ m}^2 + 673,90 \text{ m}^2 = 59.803,86 \text{ m}^2.$$

A_{TR10} : Área total requerida para 10 años de uso.

Este resultando indica que se necesitan aproximadamente 6 hectáreas de superficie para construir un relleno sanitario en la ciudad de Tres Arroyos. Este requerimiento está cubierto ya que el predio dispone 10 hectáreas para esta actividad.

8.5.1.4 Cálculo de una Celda Trapezoidal.

En este apartado se aplica la metodología de cálculo presentada y recomendada por la OPS-OMS⁸. Para esto se consideran tres escenarios posibles:

⁸ Residuos Sólidos Municipales, Programa de Salud Ambiental - Serie Técnica N°18 - Organización Panamericana de la Salud, Septiembre de 1991.

Escenario 1: Sin mejora en la actual Gestión de RSU.

Escenario 2: Incorporando una Plan de Recuperación de la Fracción Inorgánica (FI) de los RSU, asociada a un programa de Clasificación en Origen y Recolección Diferenciada, que alcanza al 20% de la población servida.

Escenario 3: Incorporando al escenario 1 una Planta de Tratamiento de la Fracción Orgánica para producción de Compostaje/Biogás.

Escenario 4: Incorporando al escenario 2 una Planta de Tratamiento de la Fracción Orgánica para producción de Compostaje/Biogás.

8.5.1.4.1 *Cálculo sin considerar mejora en la Gestión de RSU.*

En primer término se calcula la celda trapezoidal considerando que se mantiene la modalidad actual de gestión de RSU de Tres Arroyos, sin incorporar ningún componente que encamine a esta hacia una verdadera GIRSU, es decir se recolectan los residuos mezclados sin clasificación en origen y sin incorporar una Planta de Recuperación de la fracción inorgánica de los RSU con valor de mercado, ni Planta de Producción de Compostaje o Biogás.

Datos para el cálculo:

- Período de operación: 10 años
- Compactación en la Disposición Final: 650 Kg/m^3
- Volumen de residuos a disponer en 10 años: $413.909,73 \text{ m}^3$ (Tabla 10)
- Área disponible: 10 hectáreas.

Para comenzar, primero se debe calcular el volumen del prisma inferior (subsuelo), para lo cual se definen los siguientes parámetros:

Hi: Altura del prisma inferior:	4 m.
Bc: Base de la Celda:	100 m.
Lc: Longitud de la Celda:	350 m.
Pti: Pendiente del Talud Interno:	2/1
Pb: Pendiente del talud de bajada:	5/1

Calculo de las superficies de las bases mayor y menor:

Base Mayor

$$S_{BM} = B_c * L_c = 100 \text{ m} * 350 \text{ m} = \mathbf{35.000 \text{ m}^2}.$$

S_{BM} : Superficie Base Mayor

Base Menor

$$S_{Bm} = (B_c - (H_i * P_{ti}) * 2) * (L_c - (H_i * P_{ti}) - (H_i * P_b))$$

$$S_{Bm} = (100 \text{ m} - (4 \text{ m} * 2/1) * 2) * (350 \text{ m} - (4 \text{ m} * 2/1) - (4 \text{ m} * 5/1))$$

$$S_{Bm} = \mathbf{27.048 \text{ m}^2}.$$

S_{Bm} : Superficie Base Menor (Prisma Inferior)

Calculo del Volumen del Prisma Inferior:

$$V_{PI} = (S_{BM} + S_{Bm} + (S_{BM} * S_{Bm})^{0,5}) * (H_i/3)$$

$$V_{PI} = (35.000 \text{ m}^2 + 27.048 \text{ m}^2 + (35.000 \text{ m}^2 * 27.048 \text{ m}^2)^{0,5}) * (4 \text{ m} / 3)$$

$$V_{PI} = \mathbf{123.754,88 \text{ m}^3}.$$

V_{PI} : Volumen del Prisma Inferior

Luego se debe calcular el volumen del prisma superior (sobrerelieve), para lo cual se definen los siguientes parámetros:

H_s : Altura del prisma superior:	3 m.
P_{ts} : Pendiente del Talud Superior:	5/1

Calculo de la superficie de la menor:

Base Menor

$$S_{Bm} = (Bc - (Hs * Pts) * 2) * (Lc - (Hs * Pts) * 2)$$

$$S_{Bm} = (100 \text{ m} - (3 \text{ m} * 5/1) * 2) * (350 \text{ m} - (3 \text{ m} * 5/1) * 2)$$

$$S_{Bm} = 22.400 \text{ m}^2.$$

S_{Bm} : Superficie Base Menor (Prisma Superior)

Calculo del volumen del prisma superior:

$$V_{PS} = (S_{BM} + S_{Bm} + (S_{BM} * S_{Bm})^{0,5}) * (H_i / 3)$$

$$V_{PS} = (35.000 \text{ m}^2 + 22.400 \text{ m}^2 + (35.000 \text{ m}^2 * 22.400 \text{ m}^2)^{0,5}) * (3 \text{ m}/3)$$

$$V_{PS} = 85.400,00 \text{ m}^3.$$

V_{PS} : Volumen del Prisma Superior

Calculo del Volumen Total de la Celda:

$$V_{TC} = V_{PI} + V_{PS} = 123.754,88 \text{ m}^3 + 85.400,00 \text{ m}^3 = 209.154,88 \text{ m}^3.$$

V_{TC} = Volumen Total de la Celda

Debido al volumen que nos ofrece 1 celda y al espacio que se dispone, y la cantidad de RSU a disponer en 10 años, se diseña un modulo que consta de 2 celdas exactamente iguales. Para conocer el volumen total del Relleno Sanitario realizamos el siguiente cálculo:

N_c : Numero de Celdas: 2.

$$V_{TM} = V_{TC} * N_c = 209.154,88 \text{ m}^3 * 2 = 418.309,76 \text{ m}^3.$$

V_{TM} = Volumen Total del Modulo

Este modulo de celdas, permiten disponer algo más de 418.000 m³, lo cual nos indica que el volumen es algo mayor al calculado de 413.909,73 m³ de RSU a disponer durante los 10 años que calculamos. Este dato confirma que el diseño presentando es apto para las condiciones de gestión de RSU actuales de la ciudad de Tres Arroyos.

En el Anexo VI del presente, se presenta un plano para la ubicación de las celdas con sus correspondientes dimensiones, junto a las planillas de cálculo de los Volúmenes, Superficies de membrana, y los correspondientes Volúmenes de Arcilla y Suelo Compactado necesarios para la construcción de un Relleno Sanitario ajustado a la Resolución 1.143/02

Calculo de la Vida Útil del Relleno Sanitario:

$$VU_{RS} = \frac{V_{TM}}{V_{RS}} * 10 \text{ años} = \frac{418.309,76 \text{ m}^3}{413909,73 \text{ m}^3} * 10 \text{ años} = 10,11 \text{ años.}$$

VU_{RS} = Vida Útil del Relleno Sanitario

De acuerdo al diseño del modulo del Relleno Sanitario presentado anteriormente la vida útil es realmente poco mas de 10 años.

8.5.1.4.2 Cálculo incorporando una Planta de Recuperación de RSU.

En segundo término se calcula el incremento de vida útil de la celda trapezoidal considerando la incorporación a la Gestión de RSU de Tres Arroyos una Planta de Recuperación de la fracción inorgánica de los RSU con valor de mercado, que es recolectada en forma diferencial en la zona en que se implementa un Programa de Clasificación en Origen que alcanza al 20 % de la población servida, y de acuerdo a la compo-

ción porcentual obtenida en el muestreo de RSU llevado a cabo en Tres Arroyos (Tabla 11)

Tabla 11: Porcentajes finales del Muestreo de RSU de Tres Arroyos

Res. Orgánico	Pet	Plástico	Metal	Vidrio	Papel / Cartón	Otros
64,9 %	2,4 %	1,2 %	1,4 %	6,5 %	3,5 %	20,1 %

Según la tabla anterior estaríamos en condiciones de decir que el 15 % de los Residuos Inorgánicos que ingresan a la planta (Vidrio: 6,5%, Papel/Cartón: 3,5%, PET: 2,4%, Metal: 1,4% y otros Plásticos: 1,2%) podrían ser recuperados para su posterior comercialización, lo que nos deja para verter en el relleno solo el 85 % de los que antes calculamos. En estas condiciones la máxima disminución del volumen a disponer resulta ser el 15% del 20% del total de los RSU a disponer en la Ciudad de Tres Arroyos.

Es decir que la máxima reducción del volumen es: 3%.

En las futuras ampliación del área servida por clasificación en origen y recolección diferenciada se irá incrementando.

En caso de mantener las dimensiones calculadas de la celda para la situación actual, sin planta de recuperación, la vida útil de las mismas se verá incrementada en:

Calculo de la Vida Útil del Relleno Sanitario con una Planta de Recuperación de RSU:

$$VU_{RSPR} = VU_{RS} * 1,03 = 10,11 \text{ años} * 1,03 = \mathbf{10,41 \text{ años}}$$

VU_{RSPR} = Vida Útil del Relleno Sanitario con Planta de Recuperación

De acuerdo al diseño del modulo del Relleno Sanitario presentado anteriormente al incorporar la planta de Recuperación, la vida útil es incrementada en 4 meses.

8.5.1.4.3 Cálculo incorporando una Planta de Tratamiento de la Fracción Orgánica para producción de Compostaje/Biogás.

En tercer término se calcula el incremento de vida útil de la celda trapezoidal considerando la incorporación a la Gestión de RSU de Tres Arroyos una Planta de Tratamiento de la Fracción Orgánica para producción de Compostaje/Biogás, que es recolectada en forma diferencial en la zona en que se implementa un Programa de Clasificación en Origen que alcanza al 20 % de la población servida, y de acuerdo a la composición porcentual obtenida en el muestreo de RSU llevado a cabo en Tres Arroyos (Tabla 11). Según dicha tabla estaríamos en condiciones de decir que aproximadamente el 65 % de los Residuos son Orgánicos, los que podrían ser tratados tanto en una planta de compostaje como de biogás. Independientemente del tratamiento que se les de y suponiendo que en una segunda selección de la materia orgánica que fue clasificada en origen se descarta un 20% por no encontrarse en condiciones adecuadas para el posterior tratamiento biológico, por ejemplo por contaminación con sustancias inhibidoras del desarrollo bacteriano como detergentes, etc. Resulta así un 52% del total de los RSU que ingresan a la planta. En estas condiciones la máxima disminución del volumen a disponer resulta ser el 52% del 20% del total de los RSU a disponer en la Ciudad de Tres Arroyos.

Es decir que la máxima reducción del volumen es: 10,4%.

En las futuras ampliación del área servida por clasificación en origen y recolección diferenciada se irá incrementando.

Calculo de la Vida Útil del Relleno Sanitario con una Planta de Tratamiento de la Fracción Orgánica para producción de Compostaje/Biogás

$$VU_{RSPT} = VU_{RS} * 1,104 = 10,11 \text{ años} * 1,104 = \mathbf{11,16 \text{ años}}$$

VU_{RSPT} = Vida Útil del Relleno Sanitario con Planta de Tratamiento de la Fracción Orgánica.

De acuerdo al diseño del modulo del Relleno Sanitario presentado anteriormente al incorporar la Planta de Tratamiento de la Fracción Orgánica para producción de Compostaje/Biogás, la vida útil es incrementada en 14 meses.

8.5.1.4.4 *Cálculo incorporando una Planta de Recuperación de RSU y una Planta de Tratamiento de la Fracción Orgánica para producción de Compostaje/Biogás.*

Por último se considera el incremento de la vida útil del modulo de Relleno Sanitario con la incorporación a la GIRSU de una Planta de Recuperación de RSU y una Planta de Tratamiento de la Fracción Orgánica para producción de Compostaje/Biogás. Para el cálculo se considera la suma de los porcentajes de incremento de vida útil que produce la incorporación a de cada uno de los componentes mencionados:

$$I_{TVU} = 10,4 \% + 3\% = 13,4 \%$$

$$VU_{RSPRPT} = VU_{RS} * 1,134 = 10,11 \text{ años} * 1,134 = 11,46 \text{ años}$$

I_{TVU} : Incremento Total de la Vida Útil del Relleno Sanitario (en porcentaje)

VU_{RSPRPT} = Vida Útil del Relleno Sanitario con Planta de Recuperación de RSU y Planta de Tratamiento de la Fracción Orgánica.

De acuerdo al diseño del modulo del Relleno Sanitario presentado anteriormente al incorporar una Planta de Recuperación de RSU y una Planta de Tratamiento de la Fracción Orgánica para producción de Compostaje/Biogás, la vida útil es incrementada en 18 meses.

8.6 Nota al Final del Capítulo 8.

En este capítulo hemos podido estimar a partir del diseño de un Modulo compuesto por dos celdas de Relleno Sanitario, la vida útil del mismo, para el escenario actual y 3 escenarios futuros que se resumen en la Tabla 12.



Tabla 12: Comparación de la Vida Útil en los distintos escenarios planteados

	Vida Útil Años	Incremento %
Escenario Actual	10,11	0
Escenario 1	10,41	3
Escenario 2	11,16	10,4
Escenario 3	11,46	13,4

CAPÍTULO IX

"Conclusiones"

9. Conclusiones.

9.1 Respecto al Marco Legal.

Las autoridades municipales deben ajustar gradualmente la actual gestión de los RSU a la normativa vigente.

También es necesario discriminar en la Tasa Municipal los costos de la implementación de la GIRSU, distinguiéndolo del resto de los Servicios Urbanos, que es como se agrupan actualmente. Esto hace a la transparencia necesaria para la aceptación social de los nuevos costos que significa gestionar adecuadamente los RSU en el marco de un Desarrollo Sustentable.

Asimismo es necesario legislar localmente con el objeto de obtener el fortalecimiento institucional que sostendrá todos los aspectos de la GIRSU, esto es inclusión en el organigrama de un área específica, incorporación de Recursos Humanos con formación adecuada, formación del personal existente y considerar todos los aspectos de la GIRSU en el presupuesto municipal.

9.2 Respecto al Partido de Tres Arroyos.

La implementación de la GIRSU en la Ciudad de Tres Arroyos, deberá contemplar una ampliación gradual del área afectada, de manera que abarque a las demás localidades del partido, con especial énfasis y atención de las localidades con ofertas turísticas como Claromecó, Reta y Orense.

La planta de recuperación de San Francisco de Bellocq, si bien, en este trabajo, se considera un avance por la existencia de este componente de la GIRSU, presenta debilidades con respecto a la operatoria en los aspectos de Seguridad e Higiene en el Trabajo que debe ser revertida en el corto plazo. Así como también, dejar definitivamente de realizar la quema de residuos a baja temperatura, ya que generan dioxinas y furanos, sustancias cancerígenas comprobadas.

9.3 Respecto al Muestreo de RSU.

El Muestreo de RSU desarrollado en este trabajo ha generado los datos básicos necesarios para el diseño de los distintos componentes de la GIRSU, pero también debe preverse una periodicidad de muestreos para mantener actualizados dichos datos y poder evaluar los cambios en los hábitos que se generarán en la población.

9.4 Respecto a las Plantas de Recuperación de RSU.

La Ciudad de Tres Arroyos debe contar con una planta de Recuperación de RSU propia, que independientemente de los aspectos específicos de su diseño y operación, debe oficiar como núcleo integrador de la comunidad de recuperadores informales, de manera de encaminar la reinserción socio laboral de estos, como así también, ser un ámbito generador de micro emprendimientos productivos.

9.5 Respecto al Relleno Sanitario.

La Ciudad de Tres Arroyos debe contar en un plazo inmediato, con un Relleno Sanitario acorde a la legislación vigente.

Este proyecto presenta en su Capítulo 8, el diseño de un Modulo de Relleno Sanitario que puede ser adoptado por el municipio para el predio de 10 Ha. adquirido a tal fin junto al actual.

Es importante mencionar las dificultades de localización de los sitios de disposición final de RSU, por lo que la ampliación del área servida por programas de Clasificación en Origen y Recolección Diferenciada, incrementaran la vida útil de los terrenos actualmente disponibles.

9.6 Respecto al desarrollo del Proyecto Final.

La selección del tema de este Proyecto Final en Ingeniería Ambiental, se basó en considerar necesario implementar una GIRSU en la ciudad de Tres Arro-

yos, teniendo en cuenta las posibilidades tecnológicas y financieras de la ciudad, de manera que resulte un aporte económicamente viable, socialmente aceptable y ambientalmente sustentable.

A través del muestreo, se generaron datos básicos no existentes, siendo esto, un aporte muy importante a la información necesaria para diseñar los distintos componentes de la GIRSU en la ciudad de Tres Arroyos.

La realización del presente trabajo ha permitido apreciar los distintos aspectos técnicos y sociales de la actividad profesional, ya que el tema elegido requiere de la concepción integral de la problemática. Esta experiencia puso en contacto y brindó formación interdisciplinaria a través de consultas e intercambio de ideas con la población muestreada, especialistas, autoridades municipales de Tres Arroyos y de otros municipios; por lo que se considera como la última instancia de aprendizaje previo a la graduación en Ing. Ambiental de la Universidad FASTA.

BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía.

- Arrigo María Gisela, Proyecto Final de Graduación en Ing. Ambiental, "Pautas para el diseño de una Instalación de Recuperación de Materiales (IRM) en el Partido de General Pueyrredón" Universidad FASTA, Mar del Plata, 2006
- ARS (Asociación para el estudio de los Residuos Sólidos), 2001, "Taller sobre Tratamiento Biológico de los residuos", Buenos Aires, 110 pp.
- CEAMSE (Coordinación Ecológica Área Metropolitana Sociedad del Estado), Controles Ambientales), Dra. Florencia Thomas, Gerente de Relaciones Institucionales, CEAMSE, consultas sobre Plantas de Tratamiento de Residuos Sólidos, Buenos Aires, 2009.
- González, N. "Los Ambientes Hidrogeológicos de la Provincia de Buenos Aires". En: de Barrio, R.; Etcheverry, R.; Caballé, M. y E. LLambias (Eds.), "Geología y Recursos Minerales de la Provincia de Buenos Aires", Velatorio del XVI Congreso Geológico Argentino, La Plata, 359-374. 2005.
- Hurtado, M.; Moscatelli, G. y Godagnone, R., "Los Suelos de la Provincia de Buenos Aires". En: de Barrio, R.; Etcheverry, R.; Caballé, M. y E. LLambias (Eds.), "Geología y Recursos Minerales de la Provincia de Buenos Aires", Velatorio del XVI Congreso Geológico Argentino, La Plata, 201-218. 2005.
- INDEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censo), Censo 2001 Partido de Tres Arroyos, disponible en Municipalidad de Tres Arroyos, 2002.
- INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria), "Informe Agrometeorológico Año 2008/2009" - Ing. Agr. Marta R. Borda - Chacra Experimental Integrada Barrow - 2009.
- Menna Máximo, "Muestreo RSD Mar de las Pampas", Municipalidad de Villa Gesell – Universidad Tecnológica Nacional, 2008.
- Menna Máximo y Jacob Susana, "Household Solid Waste Sampling For Mar Del Plata City -Argentina." Revista ISWA TIME de la International Solid Waste Association. SIN 0906-1435, Issue Nº 3, páginas 8 a 11. Setiembre de 2001.

- Municipalidad de Tres Arroyos. Dirección de Medio Ambiente. Consultas varias. Lic. Adriana Di Marco. 2009.
- Municipalidad de Tres Arroyos. Dirección de Obras Sanitarias. Consultas sobre cantidad de pozos de extracción de agua, y caudal diario. 2009.
- Municipalidad de Tres Arroyos. Planta de Reciclado de Residuos Urbanos de San Francisco de Bellocq. Sr. Abel Chedese. 2008.
- Residuos Sólidos Municipales, Programa de Salud Ambiental - Serie Técnica N°18 - Organización Panamericana de la Salud, Septiembre de 1991.
- Tchobanoglous G., Theisen H. y Vigil S., "Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos", Tomos. I y II, Mc-Graw-Hill. 1998.
- Weinzettel, P.; Varni, M. y E. Usunoff, "Caracterización Hidrogeológica del Área Urbana y Periurbana de la Ciudad de Tres Arroyos, Provincia de Buenos Aires". En: Blarasin, M., Cabrera, A., y E. Matteoda (Eds.). Actas del IV Congreso Argentino de Hidrogeología, Río Cuarto, Cba, Tomo II: 171-180. 2005.
- Zarate, M. y J. Rabassa, "Geomorfología de la Provincia de Buenos Aires". En: de Barrio, R.; Etcheverry, R.; Caballé, M. y E. LLambias (Eds.), "Geología y Recursos Minerales de la Provincia de Buenos Aires", Velatorio del XVI Congreso Geológico Argentino, La Plata, 119-138. 2005.

Páginas Web Oficiales.

- <http://www.opds.gba.gov.ar/index.php/>

Organismo Provincial para el Desarrollo Sostenible, Leyes Prov. 11.723 (Ley Integral del Ambiente y Recursos Naturales) y 13.592 (Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos), Resoluciones N°1142/02 (Registro Provincial de Tecnologías de Recolección, Tratamiento, Transporte y Disposición Final de Residuos Sólidos Urbanos) y 1143/02 (Pautas para la Disposición Final de RSU en la Provincia de Buenos Aires).

Consulta: 02/08/2009 14.08

- <http://www.tresarroyos.gov.ar>

Municipalidad de Tres Arroyos, "Planta de Reciclado de Residuos Urbanos de San Francisco de Bellocq".

Consulta: 12/04/2009 03.46.

- http://www.mercedes.gba.gov.ar/datos_municipal/saneamiento_ambiental.htm

Municipalidad de Mercedes, "Gestión de Residuos Sólidos Urbanos"

Consulta: 16/07/2009 03.46.

- <http://www.trenquelauquen.gov.ar/prolim.php?op=1>

Municipalidad de Trenque Lauquen, "Proyecto PROLIM".

Consulta: 02/08/2009 08.17.

- http://www.laprida.mun.gba.gov.ar/planificacion/planta_tratamiento.htm

Municipalidad de Laprida, "Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos Urbanos".

Consulta: 02/08/2009 09.29.

- <http://www.bragado.gov.ar/ecobrag/>

Municipalidad de Bragado, "ECOBLAG - Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos Urbanos de Bragado".

Consulta: 02/08/2009 10.02.

- <http://www.rauch.mun.gba.gov.ar/urra/mAmbiente.htm>

Municipalidad de Rauch, "Unidad de Reciclado de Residuos Rauch".

Consulta: 03/08/2009 07.44.

- <http://medioambiente.gov.ar/?idarticulo=1330>.

Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, "Estrategia Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos".

Consulta: 03/08/2009 10.11.

- <http://medioambiente.gov.ar/?idarticulo=2471>

Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, "Programa Nacional de Gestión de los Residuos Sólidos Urbanos".

Consulta: 03/08/2009 10.44.

AGRADECIMIENTOS

Agradecimientos.

Este trabajo lo he podido realizar en gran medida a partir de consultas personales y entrevistas con profesionales, o personas relacionadas con el tema por ello no quería dejar de agradecerles:

- Sr. Carlos Sánchez (Intendente Municipal del partido de Tres Arroyos).
- Geol. Alejandro Rossi.
- Ing. Hebe Aprile.
- Lic. Adriana Di Marco.
- Ing. Valeria Jáuregui.
- Ing. María Gisela Arrigo.
- Arq. Marcelo Artime.
- Ing. Roberto Giordano Lerena.
- Personal de la Municipalidad de Tres Arroyos a cargo del mantenimiento y funcionamiento del predio de disposición final de Residuos Sólidos.
- Dr. Miguel Rementeria
- Dra. Florencia Thomas
- Transportes Malvinas

Para finalizar, quería agradecer a todas aquellas personas que directa o indirectamente prestaron su ayuda desinteresada a lo largo de este Proyecto y a todos aquellos que estuvieron conmigo a lo largo de toda la carrera, y sobre todo a los que hoy no lo están, pero confiaron en que este sueño podría ser una realidad.

ABREVIATURAS Y SIGLAS

Informe.

AMBA: Área Metropolitana de Buenos Aires.

ARS: Asociación para el estudio de los Residuos Sólidos.

CABA: Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

CEAMSE: Coordinación Ecológica Área Metropolitana Sociedad de Estado.

COADIS: COMision de Ayuda a los DIScapacitados.

DMA: Dirección de Medio Ambiente.

ENGIRSU: Estrategia Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos.

FASTA: Fraternidad de Agrupaciones Santo Tomas de Aquino.

GBA: Gran Buenos Aires.

GEEAA Grupo de Estudios de energías Alternativas y Ambiente.

GIRSU: Gestión Integral de los Residuos Sólidos.

INDEC: Instituto Nacional De Estadística y Censo.

INTA: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.

MGP: Municipalidad de General Pueyrredón.

MTA: Municipalidad de Tres Arroyos.

OMS: Organización Mundial de la Salud.

OPDS: Organismo Provincial para el Desarrollo Sostenible.

OPS: Organización Panamericana de la Salud.

PBA Provincia de Buenos Aires.

PET: PoliEtileno Tereftalato (Polyethylene Terephthalate).

PNGIRSU: Plan Nacional de Gestión Integral de los Residuos Sólidos.

PNUD: Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo.

PRRSU: Planta de Recuperación de Residuos Sólidos Urbanos.

RSD: Residuo Sólido Domiciliario.

RSU: Residuo Sólido Urbano.

SAyDS: Secretaria de Ambiente y Desarrollo Sustentable.

SPA: Secretaria de Política Ambiental.

UNMDP: Universidad Nacional de Mar del Plata.

UTN: Universidad Tecnológica Nacional.

Cálculos.

A_{RS10} : Área a rellenar en 10 años.

A_{RSA} : Área a rellenar en 1 año.

A_{SA} : Área destinada a servicios Auxiliares.

A_{TR10} : Área total requerida para 10 años de uso.

B_c : Base de la Celda

Densidad_{compactada}: Densidad media de los RSU recién compactados.

H_i : Altura del prisma inferior

H_{RS} : Altura o profundidad media del relleno sanitario.

H_s : Altura del prisma superior

I_{TVU} : Incremento Total de la Vida Útil del Relleno Sanitario (en porcentaje)

L_c : Longitud de la Celda

M_c : Factor del Material para la Cobertura.

P_b : Pendiente del talud de bajada

P_{ti} : Pendiente del Talud Interno

P_{ts} : Pendiente del Talud Superior

RSU_D : Peso de Residuos Diarios que arriban al Relleno Sanitario.

S_{BM} : Superficie Base Mayor

S_{Bmi} : Superficie Base Menor (Prisma Inferior)

S_{Bms} : Superficie Base Menor (Prisma Superior)

V_{Pi} : Volumen del Prisma Inferior

V_{PS} : Volumen del Prisma Superior

V_{RA} : Volumen de Residuos Anuales que arriban al Relleno Sanitario.

V_{RD} : Volumen de Residuos Diarios que arriban al Relleno Sanitario.

V_{RS} : Volumen de Residuos Anuales que arriban al Relleno Sanitario mas el material de cobertura en el primer año de operación.

V_{TC} : Volumen Total de la Celda

V_{TM} : Volumen Total del Modulo

VU_{RS} : Vida Útil del Relleno Sanitario

VU_{RSRP} : Vida Útil del Relleno Sanitario con Planta de Recuperación

VU_{RSRT} : Vida Útil del Relleno Sanitario con Planta de Tratamiento de la Fracción Orgánica.

VU_{RSPRRT} : Vida Útil del Relleno Sanitario con Planta de Recuperación de RSU y Planta de Tratamiento de la Fracción Orgánica.

ANEXOS

ANEXO I

ISWA TIMES

S S U E N O 3 2 0 0 1

The importance of environmental indicators

Household solid waste sampling in Mar del Plata City, Argentina

Assessing the value of a waste collection fleet

Report from ISWA's General Assembly and Annual Congress

Household solid waste sampling

for Mar del Plata City

Argentina

by Máximo Menna, Susana Jacob, Gloria Plaza, Horacio DiVotz, Juan Carlos Cid and Osvaldo Pacheco

This work arises from an agreement between Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMDP) and the Municipality of Partido de General Pueyrredón, Buenos Aires Province, Argentina. A sampling was designed taking, as the starting point, data from a population and housing census (INDEC 1991) for the evaluation of home solid waste in Mar del Plata City. The sample type in study consists of stratification with replacement, according to social-economic-cultural variables. Waste was classified in origin in 6 fractions: paper/cardboard, glass, organic, plastic, metal and other. Waste weightings were obtained daily, according to housing, stratum and fraction components. Data obtained during the four seasons in 1997 are shown in the present work, from which the percentages of each waste type

and the results of statistical calculations for the organic fraction and for the total of the housing solid waste were obtained

Introduction

The project designed by the LEA-CIUNSA-FI-UNSA and GEEAA-FI-UNMDP became Municipal Ordinance. It was carried out by MGP and GEEAA-FI-UNMDP, and executed during 1997 as the Home Solid Waste Sampling Program of Mar del Plata City.

Mar del Plata, head of the Partido de General Pueyrredón, situated on the East Atlantic coast of the Buenos Aires Province, Argentina, has a mild climate, with maximum temperatures reaching 30°C in the summer season. It has beaches and bays extending along 47 km that alternate with rocky cliffs, surrounded by an agricultural-cattle raising, hills and lakes. It has an attractive landscape along its 1,460 km² (EMTUR-MGP1996).

The problem of the final disposal of waste generated in a town requires an integral treatment and is a challenge for the municipal authorities. Population growth in the Mar del Plata community with 532,845 inhabitants and an increase of 23% in 11 years (INDEC 1991) adds to the final waste disposal problem.

It is important to know the proportion of solid waste that is generated by homes to allow on accurate study of feasibility which

can lead to appropriate treatment, recycling and final disposal (Wat. Sci. Tech 1996). The diagnosis, therefore, directly affects the waste gathering system and the final waste disposal design.

It would be wrong to design solutions for house waste disposal using other cities' data, since home waste in each city has its own particular characteristics; especially in Mar del Plata where the population doubles for 60 days in summer. There are also peaks of population that exceed this figure in the tourist changeover periods and at weekends (EMTUR-MGP, 1996).

A reduction in the volume of waste lengthens the useful life of a landfill. It also reduces gathering time and frequency. This saving allows a larger gathering area, an improvement in the urban hygiene service and/or a cost reduction.

The importance of the sampling in origin, the details of the methods and the fraction evaluation interest for future recycling enterprises have been analyzed (Plaza G., et. al. 1994).

The sampling objective is to determine the daily and weekly average generation of solid waste in busy houses and to determine its composition, considering the following fractions: paper/cardboard, glass, organic, plastic, metal and other.

Materials and methods

The annual sampling was programmed in four three-month seasonal campaigns. Each

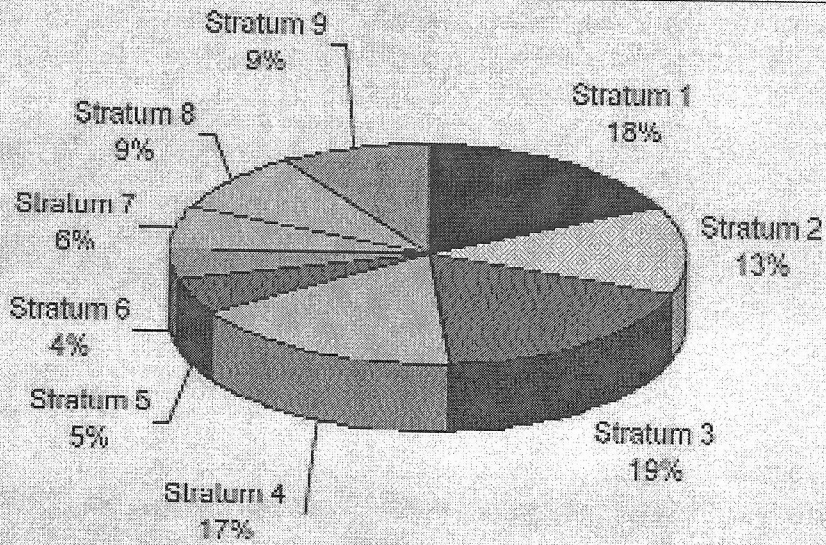


Figure 1 Stratified sample composition

campaign comprised 12 weeks, during which a total of 1,386 houses were sampled. Since 76% of the houses in Mar del Plata are busy (INDEC 1991), it was decided that a minimum of 1,053 houses should be sampled. The selected houses were taken at random from 9 strata into which the city's population was divided (Cid J.C. and Di Veltz H. 1996). Stratum 1 comprises the houses with the most favorable conditions; stratum 9 comprises those houses that could not be located in any of the other eight strata (this is a consequence of a Census 1991 mistake). The houses were located on a city map so that they could later be identified according to fraction, radius, block and house number.

Figure 1 shows the percentages of the sample composition resulting from the design of the stratified sampling. A minimum of 88 houses a week were sampled, the total of the percentages corresponding to each one of the 9 strata.

The sampling program was developed in the following stages:

- 1 Identification of the houses involved in the sampling.
- 2 Explanatory visits and invitations to the families inhabiting the houses to cooperate in the sampling. Delivery of the necessary materials to carry out the waste classification.
- 3 Incorporation of the houses to the sampling and gathering route design. Preparation of weekly route form.
- 4 Gathering of daily differentiated waste from the houses as part of the weekly sampling. Daily enquiries on the number of inhabitants generating waste and observation recording.

5 House code verification. Measuring and recording of waste fractions from each house as part of the weekly sampling. Recording of the number of inhabitants generating waste in each house.

6 Data processing and statistical calculations.

The families separated their waste each day for seven consecutive days into the six fractions already mentioned. For this, each day they were given different colour bags for each waste type.

Door to door gathering was carried out

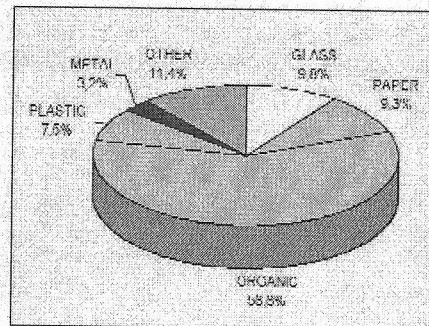


Figure 2 HSW percentage composition

daily with two waste-gathering trucks and their drivers provided by the municipality. A second person in each truck received the already used bags, placed them in a larger bag labeled with the house code number and handed out a new set of bags, inquiring about the number of inhabitants generating the gathered waste and recording the data on a specially designed form.

At the end of the gathering, the coded bags were taken to the GEEAA laboratory equipped for weighting and recording data with a PC type data processor. There, the organic fraction was crushed and mixed, then a sample from this fraction was taken for physical-chemical characterization.

Results and discussion

A total of 56 tons of home solid waste (HSW) generated by 114,300 inhabitants

Figure 3 Percentage HSW composition in each season

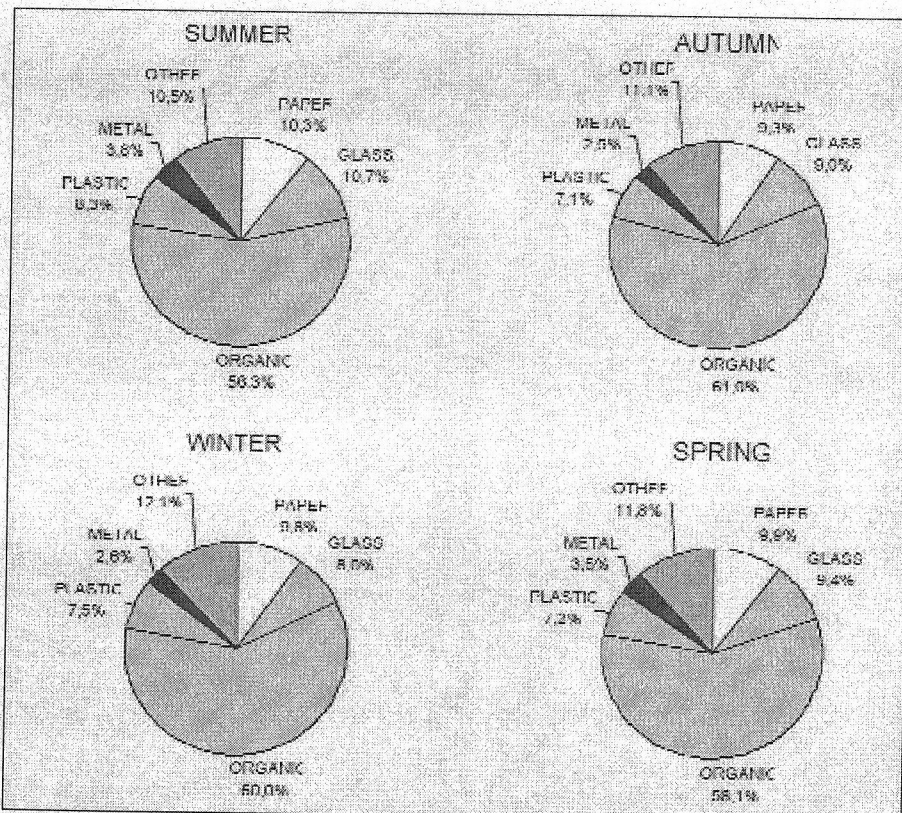


Table 1: Percentages of each fraction and the total HSW generated by each one of the nine strata in each season

Str	Season	Hous %	Inhab %	Paper %	Glass %	Organic %	Plastic %	Metal %	Other %	TOTAL %
1	summer	16.20	14.12	15.41	16.31	14.87	14.15	13.48	10.52	14.51
	autumn	17.39	15.74	17.05	15.39	15.50	15.15	11.99	14.01	15.35
	winter	16.66	15.18	16.44	19.41	14.54	12.89	14.03	9.87	14.41
	spring	16.51	14.43	15.26	13.77	13.91	12.69	13.65	13.13	13.84
2	summer	12.62	11.44	12.85	13.23	12.20	11.02	10.05	8.35	11.79
	autumn	12.75	11.55	12.85	15.28	12.06	11.18	10.36	9.26	12.00
	winter	12.22	11.16	12.05	16.84	11.60	11.00	7.61	10.91	11.83
	spring	12.11	11.31	12.32	17.25	12.20	11.39	11.65	9.96	12.34
3	summer	17.89	17.34	18.08	18.54	18.23	16.26	15.63	19.43	18.11
	autumn	17.78	16.02	19.98	22.32	17.29	18.96	22.73	18.60	18.41
	winter	17.78	16.90	16.95	15.26	16.19	14.87	13.65	16.15	16.02
	spring	17.61	15.89	19.42	14.18	16.04	14.19	18.40	13.95	15.90
4	summer	15.44	16.29	17.87	16.37	16.89	17.31	18.92	18.69	17.24
	autumn	17.39	18.13	16.07	16.07	20.13	20.33	20.05	19.23	19.29
	winter	17.78	18.25	18.71	17.78	20.93	20.90	23.35	21.67	20.61
	spring	17.61	19.17	16.49	17.26	21.00	19.90	20.17	18.95	19.85
5	summer	5.93	5.66	5.36	6.37	5.30	5.82	8.98	5.80	5.66
	autumn	5.80	5.49	6.45	5.91	5.63	5.06	4.14	5.06	5.59
	winter	5.55	5.24	6.25	5.30	5.25	5.70	3.80	4.64	5.27
	spring	5.50	5.15	4.88	7.55	5.55	5.82	4.70	7.19	5.86
6	summer	5.74	5.89	5.87	5.11	5.67	6.08	5.73	8.28	5.94
	autumn	4.64	4.77	5.58	4.64	4.60	5.57	5.94	6.97	5.07
	winter	4.44	4.90	5.40	5.90	4.72	6.30	5.53	5.40	5.10
	spring	4.40	4.75	5.04	8.24	3.81	4.97	4.28	6.91	4.82
7	summer	7.63	8.62	7.36	5.97	8.00	9.51	9.70	9.96	8.12
	autumn	5.80	6.56	5.72	5.63	5.63	6.79	8.68	7.63	6.03
	winter	7.78	8.34	8.90	6.75	7.31	9.94	9.46	12.17	8.26
	spring	7.71	8.81	8.84	6.47	7.91	9.88	8.23	10.32	8.31
8	summer	9.32	9.74	8.07	9.57	8.40	9.78	8.91	8.98	8.69
	autumn	9.18	9.59	7.68	6.69	9.09	8.81	8.11	11.81	9.00
	winter	8.88	9.30	6.85	5.13	9.01	8.91	9.60	10.67	8.70
	spring	8.81	9.33	8.21	6.99	9.11	10.51	8.39	8.98	8.88
9	summer	9.23	10.89	9.14	8.53	10.44	10.06	8.61	9.98	9.95
	autumn	9.28	12.15	8.61	8.08	10.07	8.15	7.99	7.43	9.26
	winter	8.88	10.72	8.44	7.63	10.45	9.49	12.97	8.53	9.79
	spring	9.72	11.15	9.53	8.30	10.48	10.66	10.52	10.60	10.21

number of inhabitants that generated it. On the ordinate axis, the same scale represents kg and the number of inhabitants, which allows a direct comparison and the immediate conclusion that 0.5 kg of waste is generated daily per inhabitant.

Table 1 presents the percentages of each fraction and the total HSW generated by each one of the nine strata in each season. It also shows the housing and inhabitant percentages of each stratum in each season. As was predicted when discussing Figure 3, analysis of this table proves the slight seasonal variation in the generation of the different fractions and in the total HSW, in this case, generated by each stratum. Figure 3 considers the total sample composition taking into account the nine strata.

Statistical calculations mean we can obtain the amount of weekly HSW per house. Table 2 presents the values of the tolerance interval of 95% for the stratified media estimator for the total HSW and for the organic fraction corresponding to each season. In both cases the level of accuracy obtained in the statistical calculations was below the specified value in the sampling design (< 4%).

The amount of weekly generated waste is obtained through the sample statistical calculations. The number of inhabitants per house generating the daily waste gives the media value of the number of inhabitants per house in each stratum and in each season, as well as the daily HSW generation per inhabitant. Basing our knowledge on the statistical results presented on Table 2, Table 3 presents the average media number of inhabitants per house, their seasonal waste generation and the daily total.

was processed during the annual sampling development. Figure 2 shows the percentage composition of the HSW; of note is the organic fraction which accounted for 58.8% of the total, proving the necessity of its classification and treatment. The other fractions indicate the availability of an interesting volume of materials with market value. Their classification therefore becomes convenient for in origin supplementary classification programs of the organic fraction of the HSW.

The organization of the sampling in seasonal campaigns allowed a comparison of the results during the different seasons of the year. Figure 3 shows four pie charts detailing the HSW composition in each season - there is an insignificant seasonal variation in the generation of the different

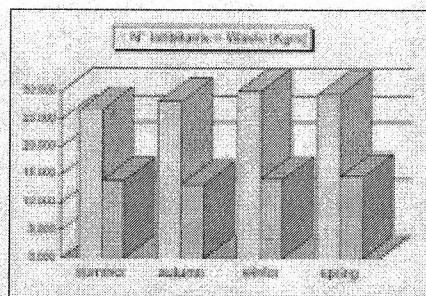


Figure 4 Comparative graph of the total seasonal generation of HSW and the number of inhabitants that generated it

HSW fractions. This assures, in case a program of classification of HSW is carried out, the collection of similar quantities of materials with market value throughout the year.

Figure 4 shows a comparative graph of the total seasonal generation of HSW and the

Figure 5 shows a comparative graph of the daily waste generation per inhabitant in the different HSW fractions in each season. It can be seen that there is a small quantitative difference between the seasons of the year in the generation of the different fractions in which HSW was classified.

Conclusions

The estimate variance is precise considering the tolerance interval of stratified media for the total waste and for the organic fraction. The same considerations are valid for other fractions.

The campaigns with their explanatory visits showed the importance of differentiated gathering and the need for a reduction in waste generation.

Table 2 Tolerance interval of 95% of the total waste and of the organic fraction, in grams for housing and per week for each season of the year.

Waste	Season	Estimator of the stratified media	Tolerance limit accuracy	Accuracy
		Grs.hous ⁻¹ .week ⁻¹	Grs.hous ⁻¹ .week ⁻¹	%
Total	summer	13.081	± 387	± 2,9
	autumn	12.752	± 278	± 2,1
	winter	13.098	± 264	± 2,0
	spring	13.403	± 269	± 2,0
Organic	summer	7.379	± 271	± 3,7
	autumn	7.779	± 201	± 2,6
	winter	7.874	± 187	± 2,4
	spring	7.793	± 180	± 2,3

Table 3 Average media number of inhabitants per house and their daily waste generation

Season	inhab.house-1	Total HSW	Organic
		Grs.inhab-1.day-1	Grs.inhab-1.day-1
summer	3.6	522 ± 15	295 ± 11
autumn	3.9	472 ± 10	288 ± 7
winter	4.0	470 ± 9	283 ± 7
spring	3.9	497 ± 9	289 ± 7

References

Cid J.C. and Di Veltz H. Classification of Areas and Sampling Design. Report presented to the Municipal Entity of Urban Services of Partido de Gral. Pueyrredón. GEEAA-FI-UNMDP, LEA-FI-UNSaMGP. 1996.

INDEC (National Institute of Statistic and Census), Census of Population and Housing 1991. Definitive Results. General Characteristics, series C. Buenos Aires. ISBN 950 - 9888 - 89 -3. 1994.

Plaza G., Pacheco O., Robredo P., Saravia Toledo et. al., Sampling of classified municipal waste. XVII Meeting. ASADES. Rosario, Argentina. 1994.

Plaza G., Pacheco O., Scaroni E., Martearna M.R., Menna M., Jacob S. Administration of the Municipal Organic Fraction of Mar del Plata City, XXI Meeting ASADES, Salta, Argentina. 1998.

Wat. Sci Tech. Anaerobic treatment of municipal solid waste, Vol 33, n3, pp169-175. 1996. Pergamon Ed., UK.

Acknowledgements

The authors wish to thank the sponsor to the members of the Honorable Concejo Deliberante of the Municipality of General Pueyrredón; likewise we thank the Municipal Entity of Urban Services of the Municipality of General Pueyrredón for financing the present work, and especially Arq. José Fiscaletti for his significant support.

We are also especially grateful to the team that cooperated in the gathering and weighing of waste, who showed outstanding commitment to the sampling and developed their tasks with enthusiasm.

Máximo Menna, Susana Jacob

Grupo de Estudio de Energías Alternativas y Ambiente (GEEAA)

Facultad de Ingeniería - UNMDP

Juan B. Justo 4302

(7600) Mar del Plata

TEL: (23) 81-6600 - FAX: (23) 81-0046

Email: mamenna@fi.mdp.edu.ar

Gloria Plaza, Horacio DiVeltz, Juan Carlos Cid, Osvaldo Pacheco

Laboratorio de Estudios Ambientales (LEA) - CIUNSA

INENCO - Facultad de Ingeniería - UNSa

Buenos Aires 177

(4400) Salta

TEL:(087) 25-5424 - FAX: (087) 25-5489

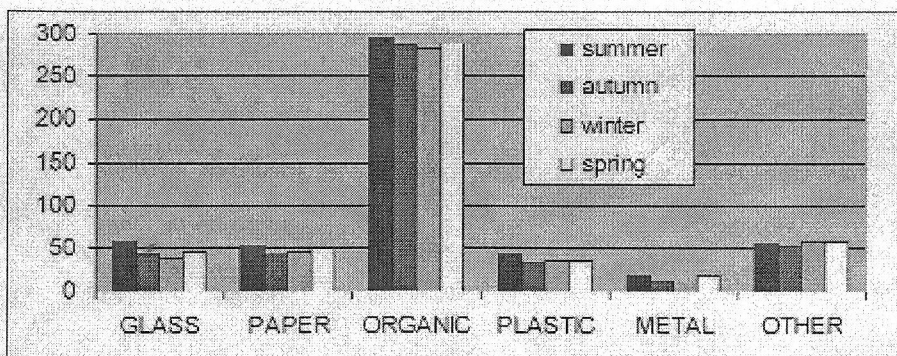
E-mail: gloria@ciunsa.edu.ar

Data analysis shows a slight seasonal variation in total waste generation. The same is valid for the different fractions.

The experience also allowed an analysis of the community cooperation level in the different social-economic-cultural strata in which the population was divided. This made it easier to select three neighborhoods in which to begin a classification experience in origin affecting approximately 10% of the population of Mar del Plata. The following characteristics of the neighborhoods were considered: homogeneous building structures, one or two floor single-family housings, residential areas, light traffic, no parking problems and few means of public transport.

The organic fraction deserved a particular study for its outstanding and constant waste composition all the year round vary-

Figure 5 Comparative graph of the daily waste generation per inhabitant(Grs.inhab⁻¹.day⁻¹) in the different HSW fractions in each season



ing only with the seasonal population increase due to tourism.

The physical-chemical organic fraction was simultaneously characterized, which together with the statistical evaluation of the generated amount of waste allowed the adequate biological treatment design to be applied. The combined anaerobic-aerobic system is appropriate and versatile enough to deal with the total organic matter generated in the community (PLAZA G., et. al. 1998).

The Municipality of General Pueyrredón supports the present research, incorporating it in a requirement in the National and International Public Bid sheet for the Gathering, Treatment and Final Disposal Service of its Home Solid Waste.

The Environmental Impact generated by the urban solid waste of Mar del Plata city in the current frame and the positive changes the project adds, makes it possible to revert the present situation completely.

ANEXO II

Resultados Muestreo de RSD Mar de las Pampas (Campaña de Verano)

La Producción del Muestreo

Los datos básicos de generación y composición de los RSD-MdIP revelan la siguiente composición obtenida de la fuente RSD (Tabla 8).

Tabla 8. Composición de los RSD de Mar de las Pampas

MUESTREO DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS DE MAR DE LAS PAMPAS							
		1ª Semana (1 al 7 de febrero de 2007)		2ª Semana (22 al 28 de febrero de 2007)		Unidades	
Tamaño efectivo de la muestra		47		48		Viviendas	
Tipo de habitantes		Permanentes y turistas		Permanentes y turistas			
Promedio de habitantes por vivienda		3,4		3,8		Habitantes/vivienda	
Total de residuos procesados		586		622		Kilogramos/semana	
Generación diaria <i>per cápita</i>		524		488		Gramos/habitante.día	
Composición porcentual	Orgánicos		51,7%		54,4%		
	Inorgánicos Reciclables	Plásticos	7,1%	29,6%	7%	23,6%	
		Vidrios	16,9%		12,9%		
		Metales	1,7%		1,3%		
		Papeles	3,9%		2,4%		
	Otros		18,6%		22%		

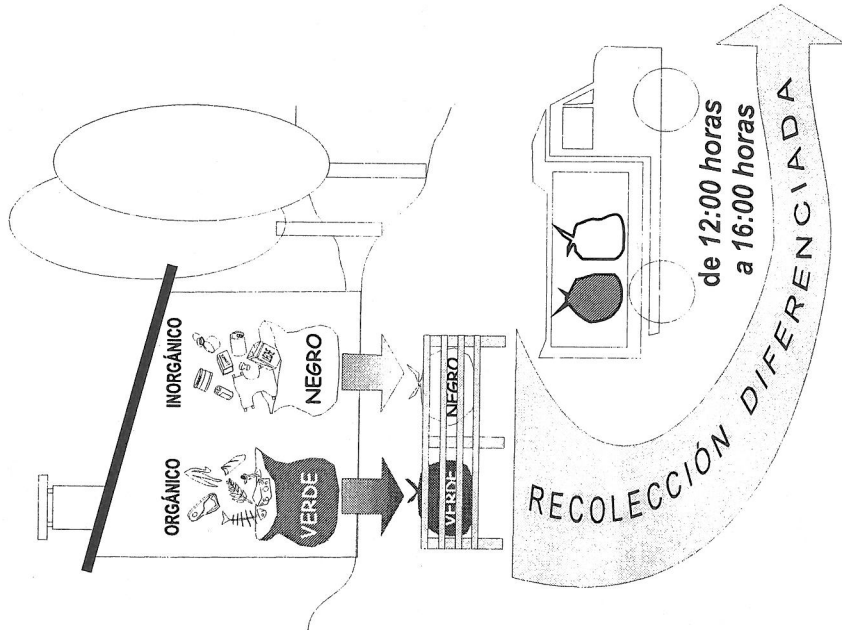
Las conclusiones definitivas del programa que incluye la fuente Residuos Sólidos Comerciales (RSC) se encuentran en elaboración para el eventual diseño de una Plan de Gestión Integral de RSU.

ANEXO III

Las bolsas de colores?

Las bolsas de colores se recolectarán todos los días en forma diferenciada de la recolección habitual, utilizando un camión distinto y en un horario: **de 12:00 a 16:00 horas.**

Debe colocarse las bolsas de colores en la vía pública, al mediodía, en su recipiente/contenedor que usa habitualmente.



Recolección Diferenciada

JUNIO 2009

Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sa	Do
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30					

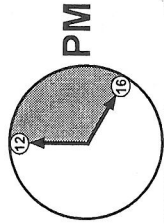
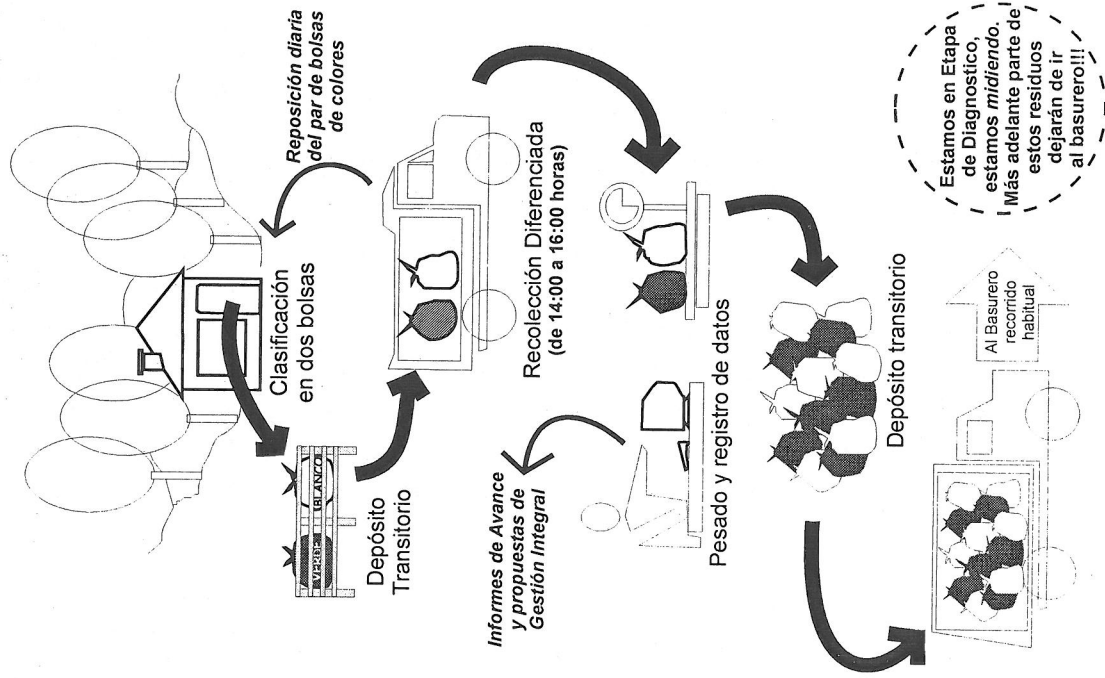


Diagrama de flujo diario

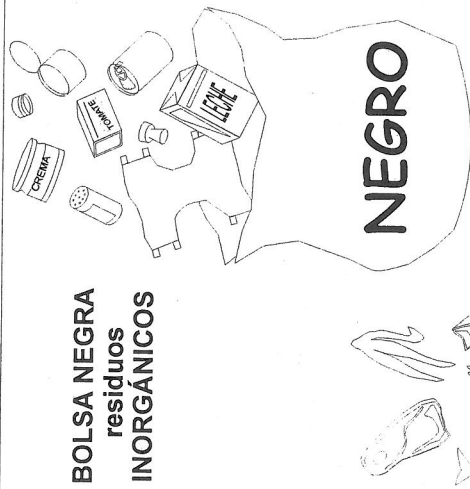


Más INFORMACIÓN:

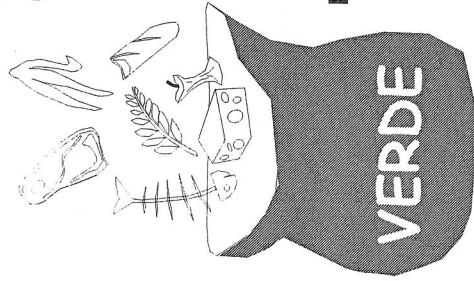
Programa de Muestreo RSD - Tres Arroyos
 Responsable: Sr. Alejandro Alvarado
 teléfono móvil: (02983)15 469200
 e-mail: alealvarado@ufasta.edu.ar

Ciudad de Tres Arroyos

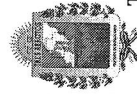
Jueves 18 al Miércoles 24 de Junio
Junio 2009
Campaña Invernal



BOLSA NEGRA
residuos
INORGÁNICOS



BOLSA VERDE
residuos
ORGÁNICOS



Municipalidad de
TRES ARROYOS
 CON LA PARTICIPACIÓN ESPECIAL DE LA COMUNIDAD DE TRES ARROYOS



UNIVERSIDAD
FASTA
 FACULTAD DE
 INGENIERÍA

Universidad F.A.S.T.A. de Mar del Plata, en colaboración con la Municipalidad del Partido de Tres Arroyos, están trabajando en forma conjunta para conocer distintos aspectos ambientales del lugar donde vivimos.

Esta etapa, se analizarán los Residuos Domiciliarios (llamados comúnmente "basura") en 50 viviendas de la ciudad. Este estudio nos dará información acerca de nuestros hábitos y tumores, permitiéndonos de esta manera planificar estrategias de desarrollo sustentable.

Muy importante poder contar con su colaboración y su compromiso, desde le garantizamos el total anonimato acerca de los residuos recolectado en su a.

Residuos Sólidos Domiciliarios que generamos diariamente, los clasificamos en dos grupos:

ORGÁNICO e INORGÁNICO

→ **ORGÁNICO**, que es todo aquello que perteneció a un ser vivo.

→ **INORGÁNICO**, que es todo aquello que **NO** perteneció a un ser vivo.

¿Cómo Colaborar desde casa?

La tarea se desarrolla durante **UNA SEMANA** en el mes de Junio, y consiste en:

NO MEZCLAR
residuos orgánicos con inorgánicos

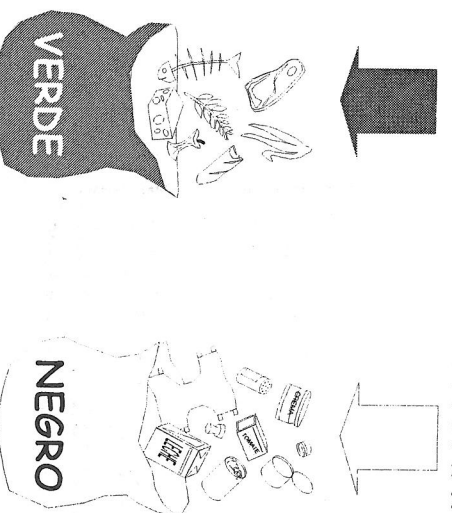
Para esto, cada día recibirá gratuitamente bolsas de dos colores distintos.

Resid. **Orgánico** → bolsa color VERDE

Resid. **Inorgánico** → bolsa color NEGRO

Las bolsas que utilizamos son fabricadas en el Taller Protegido Despertar de Tres Arroyos, por lo que desde sus inicios este Programa promueve la participación ciudadana, y propicia la integración socio-laboral.

ORGÁNICO INORGÁNICO



¿Cómo Obtener las Bolsas?

El primer par de bolsas ya las recibirá junto con este folleto explicativo.

Los demás pares de bolsas los recibirá a modo de reposición, día tras día, en el momento de ser recolectadas las dos bolsas ya usadas, y hasta completar la semana.

¿Con Quién Contactarse?

El Sr. Alejandro Alvarado es el profesional responsable y autorizado para ponerse en contacto personalmente con cada colaborador de Tres Arroyos y explicar aquellas dudas que tengan sobre este estudio (datos al dorso).

También, él mismo, es quien retirará diariamente los residuos domiciliarios y los analizará, poniendo a nuestra disposición los resultados, conclusiones, y propuestas de gestión integral para la sustentabilidad ambiental de este hermoso lugar.

¿Cómo IDENTIFICAR los residuos?

En nuestros hogares, los **residuos orgánicos**, surgen principalmente de desperdicios generados en la elaboración de alimentos, porciones de comidas no consumidas, poda y corte de pasto.

Por otro lado, los **residuos inorgánicos**, provienen mayoritariamente de envases descartables y envoltorios en general, como así también de partes rotas y/o inservibles de objetos de material plásticos, vidrio, metal, papel, cartón, tela, caucho y combinaciones de éstos.

ANEXO IV

Encuesta

Anónima y Voluntaria

Respecto al muestreo		SI	NO	No Sabe No Contesta
Marque con una X lo que Corresponda				
1	Le resulto trabajoso clasificar los residuos en Orgánicos e Inorgánicos			
2	El folleto explicativo le resulto claro y con información suficiente			
3	Al ser visitado por el responsable del muestreo, la explicación fue clara			
4	Durante la recolección, se cumplieron los horarios previstos			

Respecto de la Gestión de los Residuos en Tres Arroyos		SI	NO	No Sabe No Contesta
Marque con una X lo que Corresponda				
1	¿Conoce el horario de habitual de recolección de los residuos?			
2	¿Conoce que se hacen con los residuos una vez recolectados?			
3	¿Sabe donde está ubicado el Basurero Municipal?			
4	En caso de implementarse un programa de separación de Residuos en toda la ciudad			
	¿Usted estaría de acuerdo y participaría?			
	¿Llevaría, por ejemplo, vidrio, papel y plástico, hasta un contenedor ubicado cercano a su domicilio en la vía pública?			
	¿Conoce un lugar adecuado, en su barrio, donde ubicar los contenedores?			

Respecto de la Gestión de los Residuos en otras Localidades de la Región		SI	NO	No Sabe No Contesta
Marque con una X lo que Corresponda				
1	Conoce algunas localidades donde se separen los residuos en las viviendas			
	¿Cuál/es por ejemplo?			
2	¿Conoce que se hace con los Residuos Orgánicos en esa localidad?			
	¿Qué se hace?			
3	¿Y con los Residuos Inorgánicos?			
	¿Qué se hace?			

Respecto de la Gestión de los Residuos en otros Países

Describa brevemente lo que usted sabe:

.....

.....

.....

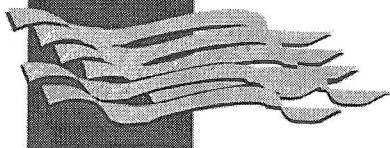
.....

Esta encuesta será retirada mañana con sus residuos, si no se encuentra déjela junto a estos.

Muchas Gracias por su Colaboración

ANEXO V

Instituto
de Hidrología
de Llanuras



Documento: 02 - 2005

**INFORME HIDROGEOLÓGICO PARA EL EMPLAZAMIENTO DE UN
RELLENO SANITARIO EN LA CIUDAD DE TRES ARROYOS**

Mayo de 2005

INFORME HIDROGEOLÓGICO PARA EL EMPLAZAMIENTO DE UN RELLENO SANITARIO EN LA CIUDAD DE TRES ARROYOS

INTRODUCCIÓN

El presente informe ha sido realizado a pedido de la Dirección de Medio Ambiente del municipio de Tres Arroyos, para determinar las posibilidades de emplazamiento de un relleno sanitario en inmediaciones del actual basurero municipal. Este se ha realizado en el marco del Proyecto denominado Programa Integral de Gestión Sustentable de los Recursos Hídricos del Partido de Tres Arroyos.

El estudio presenta la medición de niveles freáticos en pozos del área de interés y los análisis químicos de muestras de agua de pozos cercanos (Figura 1).

La red de flujo del área ha sido determinada en base a los datos de un estudio hidrogeológico previo de mayor amplitud, recientemente realizado por el Instituto de Hidrología de Llanuras.

El estudio se completa con tres sondeos eléctricos verticales, realizados en el mismo sitio del futuro emplazamiento y en sectores aledaños al mismo.

HIDROGEOLOGÍA

La Hidrogeología de la zona se ha estudiado en base a antecedentes obtenidos a partir de la investigación bibliográfica, de los perfiles de pozos de Obras Sanitarias y de la interpretación de sondeos eléctricos verticales realizados en el área.

La zona corresponde al ambiente hidrogeológico de la cuenca interserrana o cuenca de Claromecó. El basamento hidrogeológico se presenta en el área de Tres Arroyos por debajo de los 200 metros de profundidad según se desprende de información obtenida del fondo de perforaciones realizadas hace más de 80 años por la Dirección de Hidráulica de la Provincia de Buenos Aires.

La Sección Hipoparaniana integrada por areniscas finas arcillosas y arcillas pardas rojizas asimilables a "El Rojo" (Mioceno), presenta más de 68

metros de espesor en Tres Arroyos (Hernández et al., 1975). Hidrogeológicamente se considera a esta sección como acuitarda con intercalaciones acuíferas pero con agua de alta salinidad.

La Sección Paraniana incluye depósitos marinos conocidos como "El Verde" (Mioceno), son arcillas, areniscas arcillosas y arenas finas algo yesíferas, verde grisáceas y azuladas con fósiles marinos. En Tres Arroyos se inicia a los 120 metros de profundidad y el agua presenta alto contenido salino.

La Sección Epiparaniana suprayace a la anterior y está integrada por los sedimentos pampeanos, pospampeanos, médanos, aluvios y suelos, correspondientes al Plioceno y Cuartario. En la práctica es la única formación de interés hidrogeológico por cuanto es portadora de los acuíferos económicamente explotables. Litológicamente el Plioceno está representado por limos y arenas finas arcillosas de color pardo claro a rojizo con intercalaciones calcáreas y lentes arcillosas.

FLUJO DEL AGUA SUBTERRÁNEA

El flujo en el sector de estudio tiene dirección norte sur bien definida, al sur de la zona de interés el flujo tiende a concentrarse en coincidencia con la confluencia de los tres brazos del Tres Arroyos (Figura 2).

La profundidad del agua en la zona de interés se muestra en la Figura 3, el agua del acuífero freático se presenta entre 3 y 6 metros en el área de interés, puntualmente en el lugar elegido para el futuro relleno sanitario se presenta a unos 5 metros de profundidad.

SONDEOS ELÉCTRICOS VERTICALES

En la Figura 4 se indica la ubicación de tres sondeos eléctricos verticales (SEV) realizados en la zona del futuro relleno sanitario. La metodología empleada fue la tetraelectrónica de Schlumberger. Los SEV 15 y 5 tuvieron una apertura de ala de 400 metros mientras que el sondeo número 40 tuvo una apertura de 200 metros debido a que fue ejecutado en el interior del predio objeto de este estudio y el alambrado perimetral no permitió una mayor extensión de los cables de corriente.

Las Figuras 5, 6 y 7 muestran las curvas de campo obtenidas así como el modelo resistivo ajustado. Posteriormente a la interpretación individual de los

sondeos se realizó la integración de los mismos en un perfil que se puede ver en la Figura 8.

El sondeo 15 muestra una capa superior muy resistiva (580 ohm m) debido a la presencia de tosca en los dos primeros metros del perfil. En el SEV 40 el nivel petrocálcico se encuentra expresado por resistividades menores que en el SEV 15, de 29.2 y 45 (ohm m) en la primera parte del perfil mientras que en el SEV 5 la resistividad de la primer capa es de 27 ohm m.

Por debajo de las capas resistivas mencionadas los tres SEV presentan un nivel con resistividades entre 12 y 18 ohm m, esta capa intercala sedimentos más arcillosos en el SEV 5 con resistividades de 10 ohm m, según se puede apreciar en el perfil de la Figura 8.

Los perfiles geoelectricos continúan con resistividades de 7 ohm m correspondientes a litologías limo arcillosas, y finalizan con un ascenso general de la resistividad en profundidad.

HIDROQUÍMICA

En las Tablas 1 y 2 se presenta el análisis químico completo de las muestras de agua obtenidas en pozos ubicados en el área del futuro relleno sanitario.

El agua presenta elevada tenor de sales en prácticamente todos los pozos. Salvo el pozo 27, en todos los casos el residuo seco es mayor a 600 mg/l. Es notablemente elevado el contenido de iones como nitrato y flúor en el área.

Tabla 1. Cationes de las muestras de los pozos cercanos al área de interés.

POZO	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺
17	31.7	15.7	308.2	14.2
18	58.5	28.8	174.6	11.3
27	20.0	7.5	206.8	8.1
28	66.7	35.3	221.3	13.5
29	96.3	48.8	263.8	13.4
30	97.1	52.3	356.3	16.0
31	93.6	44.3	336.5	16.1

Tabla 2. Aniones, conductividad eléctrica (CE), residuo seco (RS), y pH

POZO	NO ₃ ⁻	SO ₄ ⁼	CO ₃ ⁼	HCO ₃ ⁻	F ⁻	Cl ⁻	CE	RS	pH
17	13.1	15.3	0	682.5	3.2	197.5	1611	824	7.35
18	97.6	14.7	0	405.2	1.3	184.2	1281	626	7.28
27	105.0	15.0	0	402.6	3.4	95.3	951	390	7.57
28	175.3	16.0	0	441.3	1.6	232.3	1597	665	7.28
29	226.3	14.6	0	465.2	1.3	312.5	1982	753	7.18
30	128.5	52.7	0	562.3	1.9	455.2	2460	959	7.17
31	203.1	14.7	0	544.3	1.2	406.3	2250	916	7.10

CONCLUSIONES

El área elegida para el emplazamiento del futuro relleno sanitario presenta buenas aptitudes hidrogeológicas. Esto se basa en la presencia en la primera parte del perfil de suelo de niveles petrocálcicos y limos que pueden retardar una posible fuga de fluido del relleno.

La profundidad de la napa freática es aceptable, ya que la misma se encuentra a unos seis metros. No obstante habrá que observar la fluctuación de la misma en el sector del futuro relleno.

El flujo de agua subterránea demuestra que en caso de producirse fuga del agua residual, la misma no afectaría a pozos de abastecimiento de la ciudad.

En cuanto a la calidad del agua de la zona, los análisis demuestran una alta concentración de nitratos y flúor.

Para un mejor conocimiento del sector afectado al futuro relleno sanitario se recomienda la ejecución de pozos de reconocimiento en el área. Estos permitirán corroborar o corregir las conclusiones arribadas en el presente informe.

Dichos pozos podrán ser utilizados a posteriori como pozos de monitoreo tanto para evaluar la fluctuación del nivel freático como para la obtención de muestras de agua. Mediante los análisis correspondientes se

podrá detectar cualquier variación en la concentración inicial del agua subterránea debido al nuevo emplazamiento.

Referencia

Hernández, M., Fili, M. Auge, M. y Ceci, J. 1975. Geohidrología de los acuíferos profundos de la provincia de Buenos Aires. Actas del VI Congreso Geológico Argentino, Tomo II, pp. 479-500.

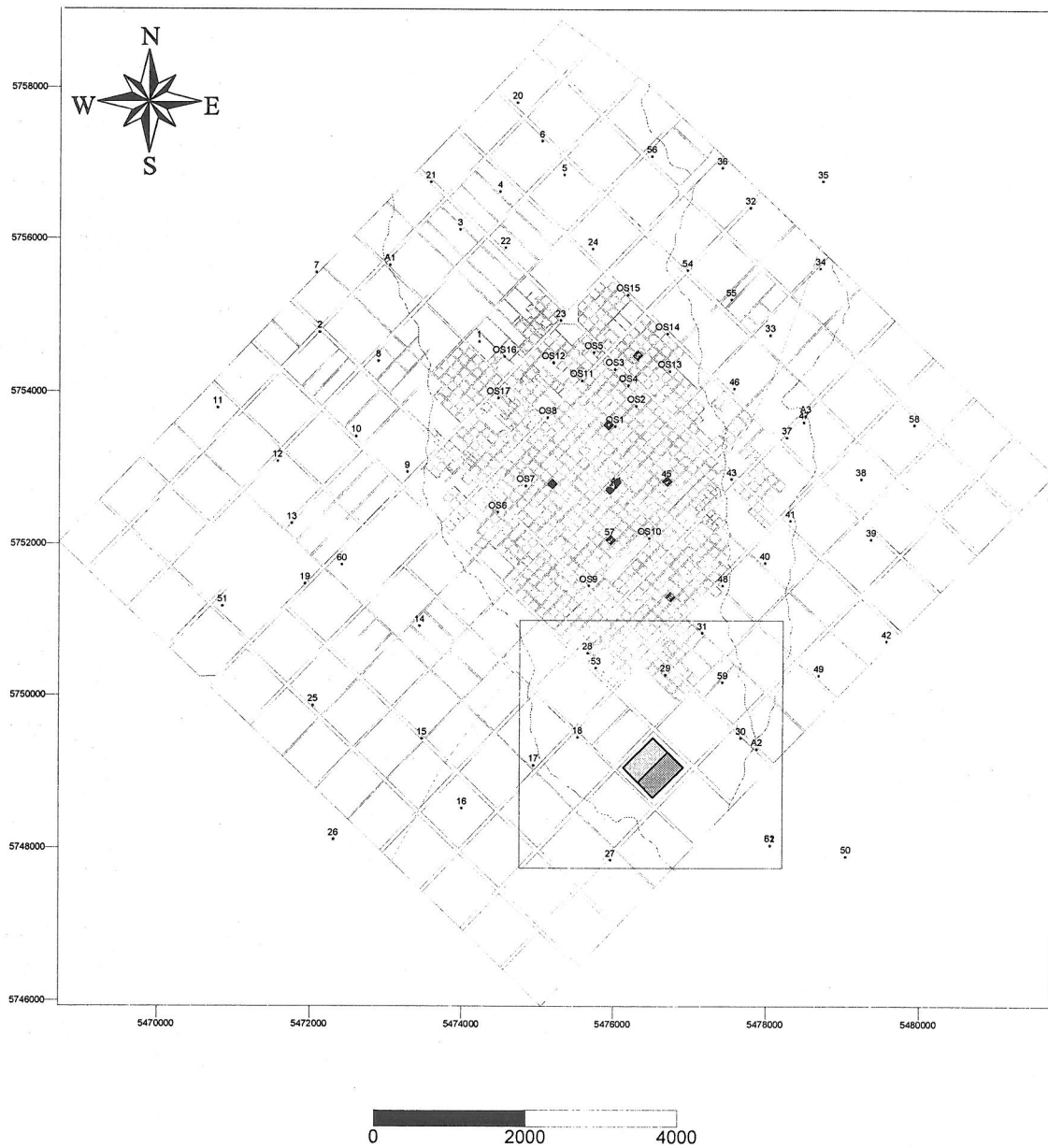


Figura 1. Localización del actual basurero (amarillo) y del futuro relleno sanitario (verde).

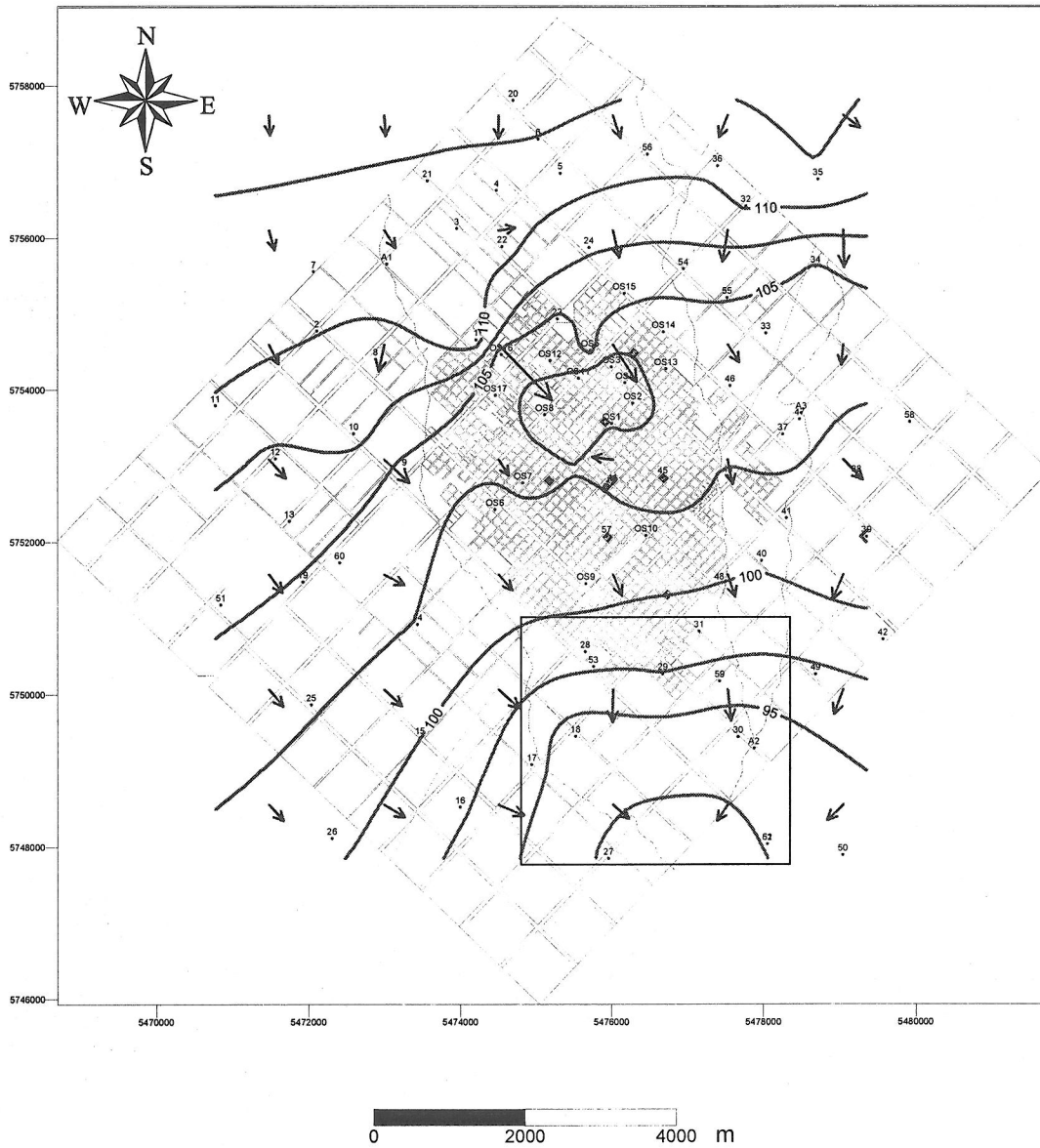


Figura 2. Pozos relevados, líneas isopiezas y dirección del flujo subterráneo en el sector urbano y periurbano de Tres Arroyos, en sombreado se muestra el área aledaña al futuro relleno sanitario. La equidistancia entre curvas es 2.5 m.

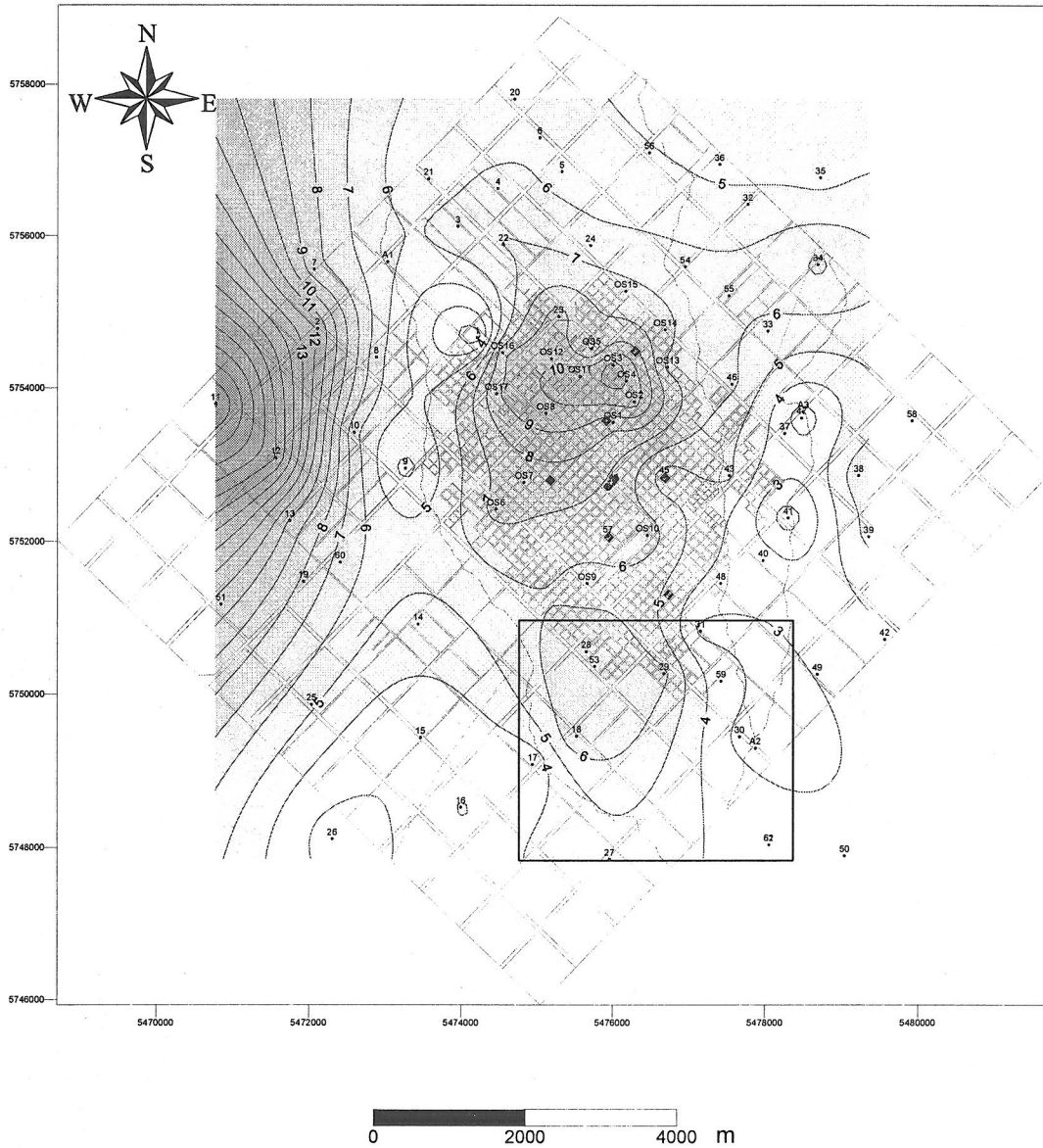


Figura 3. Profundidad del agua en el área urbana y periurbana de la ciudad de Tres Arroyos. En el sector de interés el agua se encuentra entre 3 y 6 metros de profundidad. En el área del futuro relleno sanitario el agua se presenta a 5 metros de profundidad.

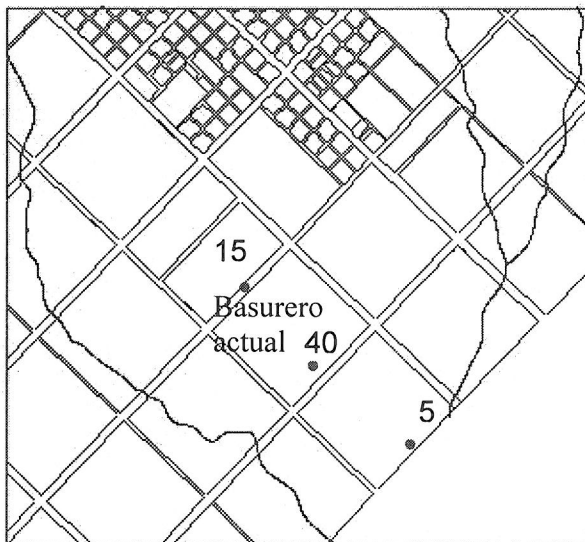


Figura 4. Ubicación de sondeos eléctricos verticales (SEV) en el área del futuro relleno sanitario.

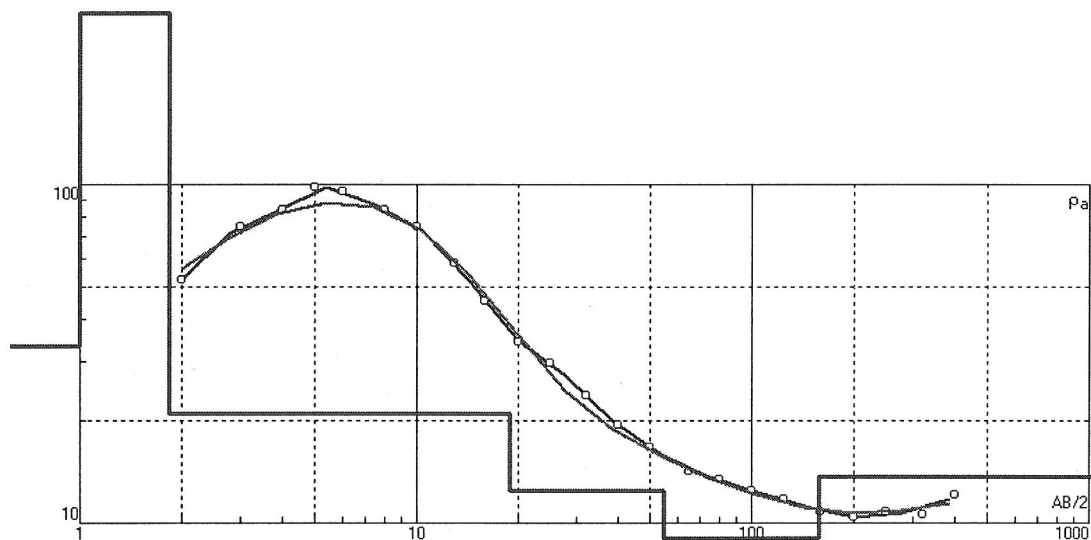


Figura 5. Curva de campo y ajustada para el SEV 15.

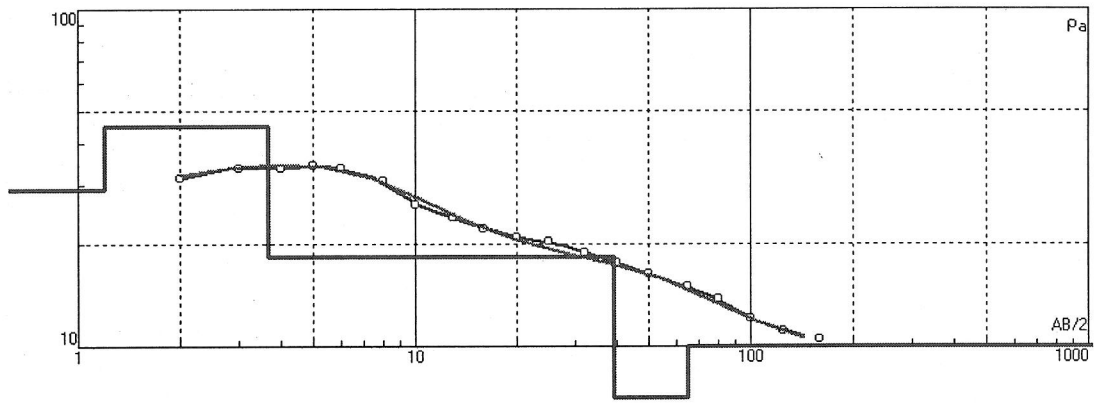


Figura 6. Curva de campo y ajustada para el SEV 40.

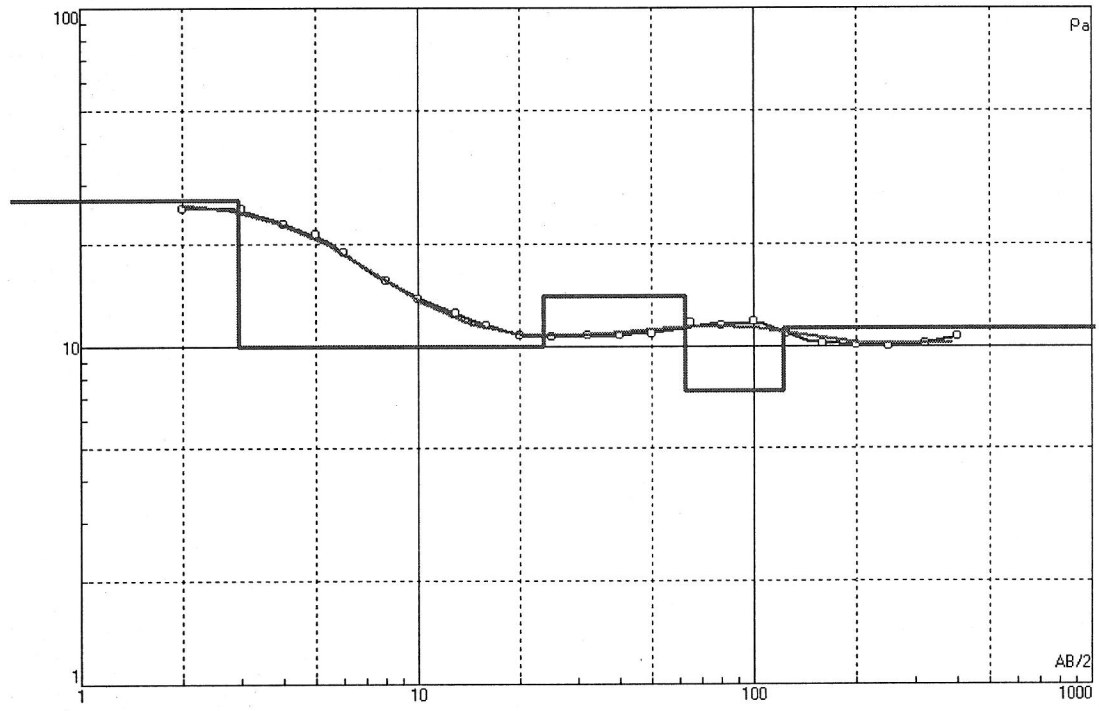


Figura 7. Curva de campo y ajustada para el SEV 5.

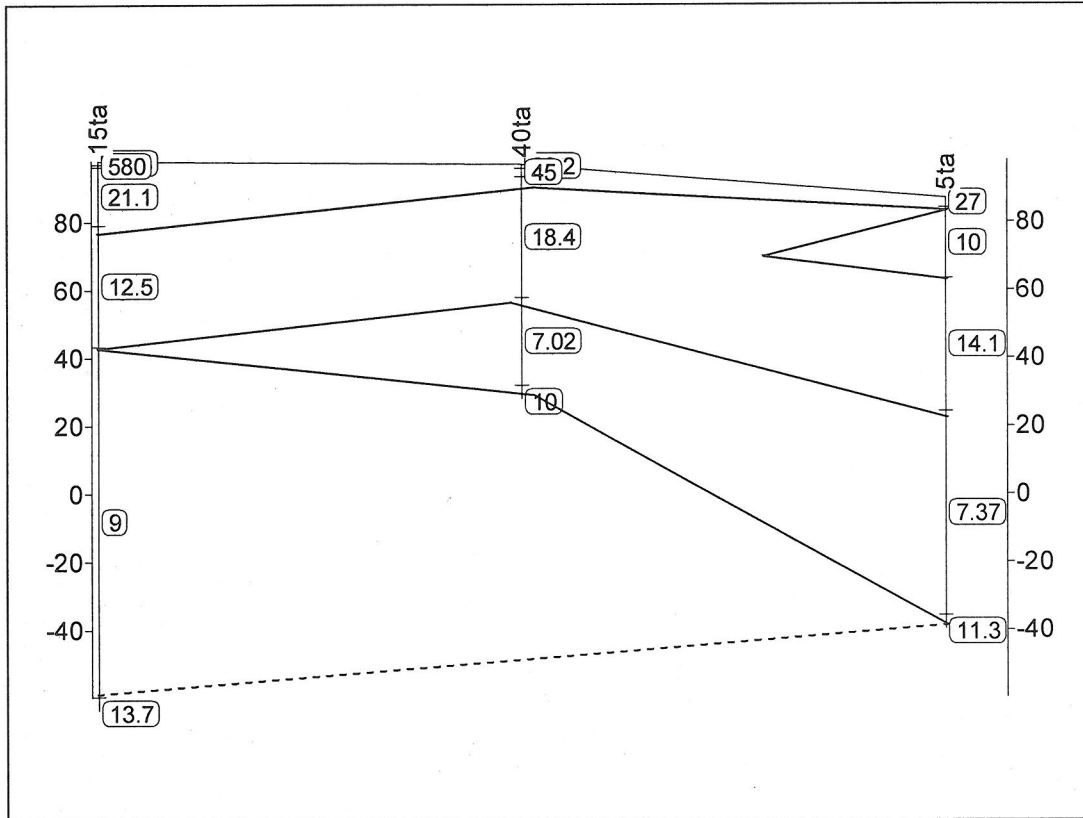
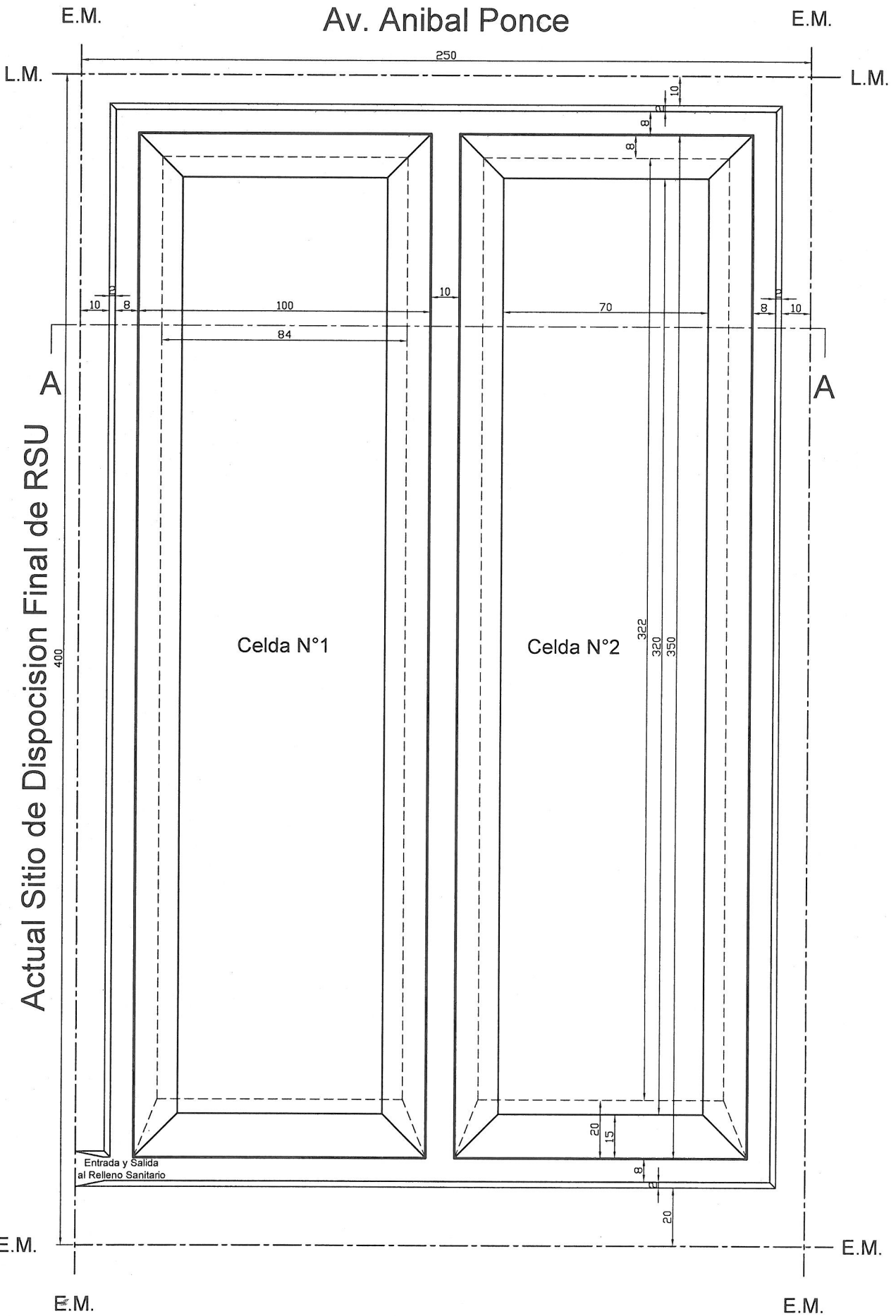


Figura 8. Perfil geoelectrico correspondiente a los SEV 15, 40 y 5.

Azul, 10 de mayo de 2005

En las tareas tendientes a la elaboraci3n de este informe han participado el Lic. Pablo Weinzettel y el Ing. Marcelo Varni (tareas de campo: censo de perforaciones y sondeos el6ctricos verticales, interpretaci3n y an6lisis de la informaci3n recogida), el Ing. Daniel Arias (an6lisis qu6micos) y el Dr. Eduardo Usunoff (an6lisis e interpretaci3n de la informaci3n hidroqu6mica). El t6cnico Enrique Queup6n ha participado de las tareas de campo.

ANEXO VI



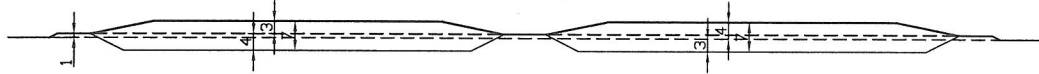
Actual Sitio de Disposicion Final de RSU

Celda N°1

Celda N°2

Entrada y Salida al Relleno Sanitario

CORTE A - A

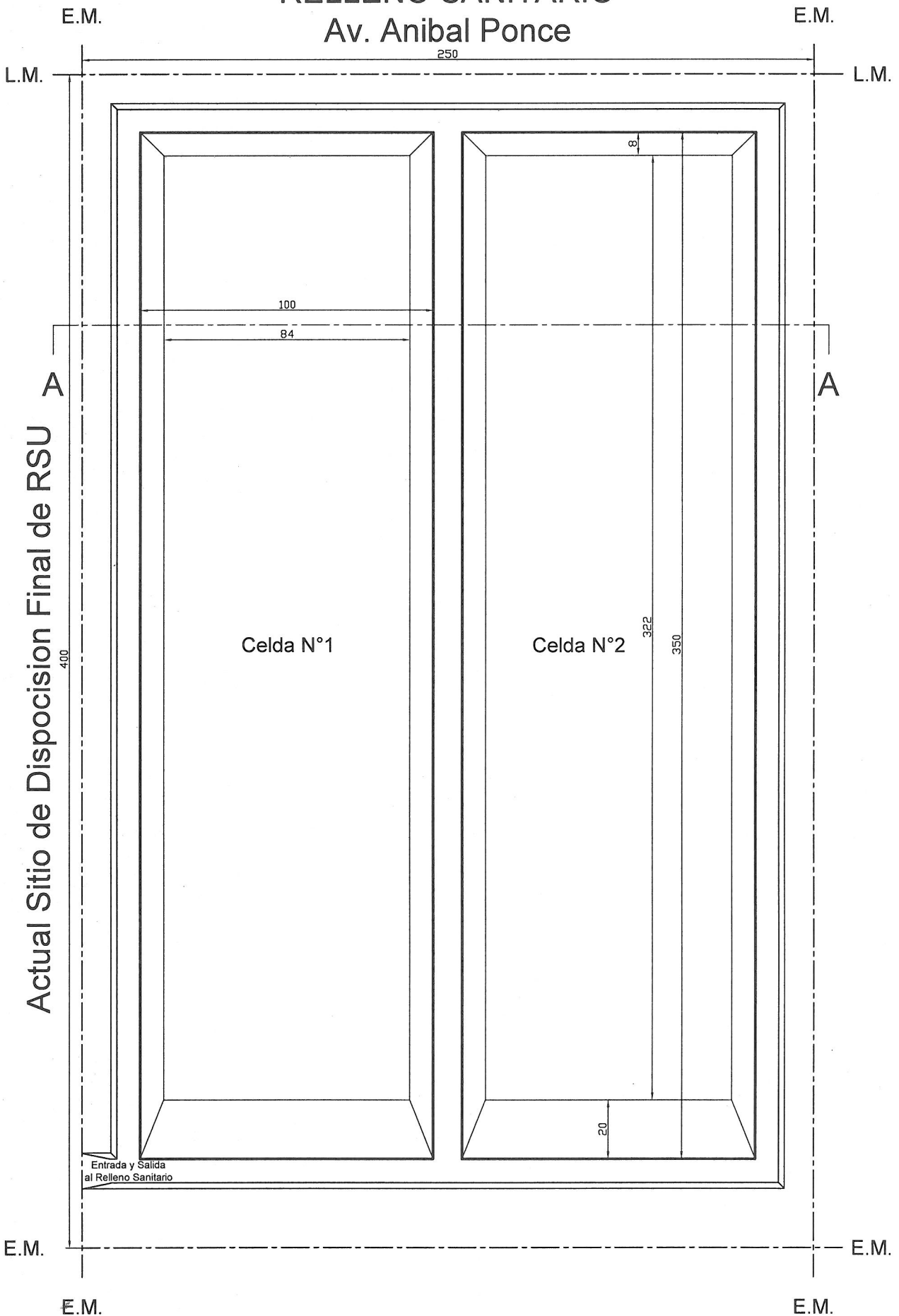


Niveles con respecto a la cota del Relleno Sanitario (+ 1 m.)

Niveles con respecto a la cota del Terreno (0 m.)

RELLENO SANITARIO

Av. Anibal Ponce

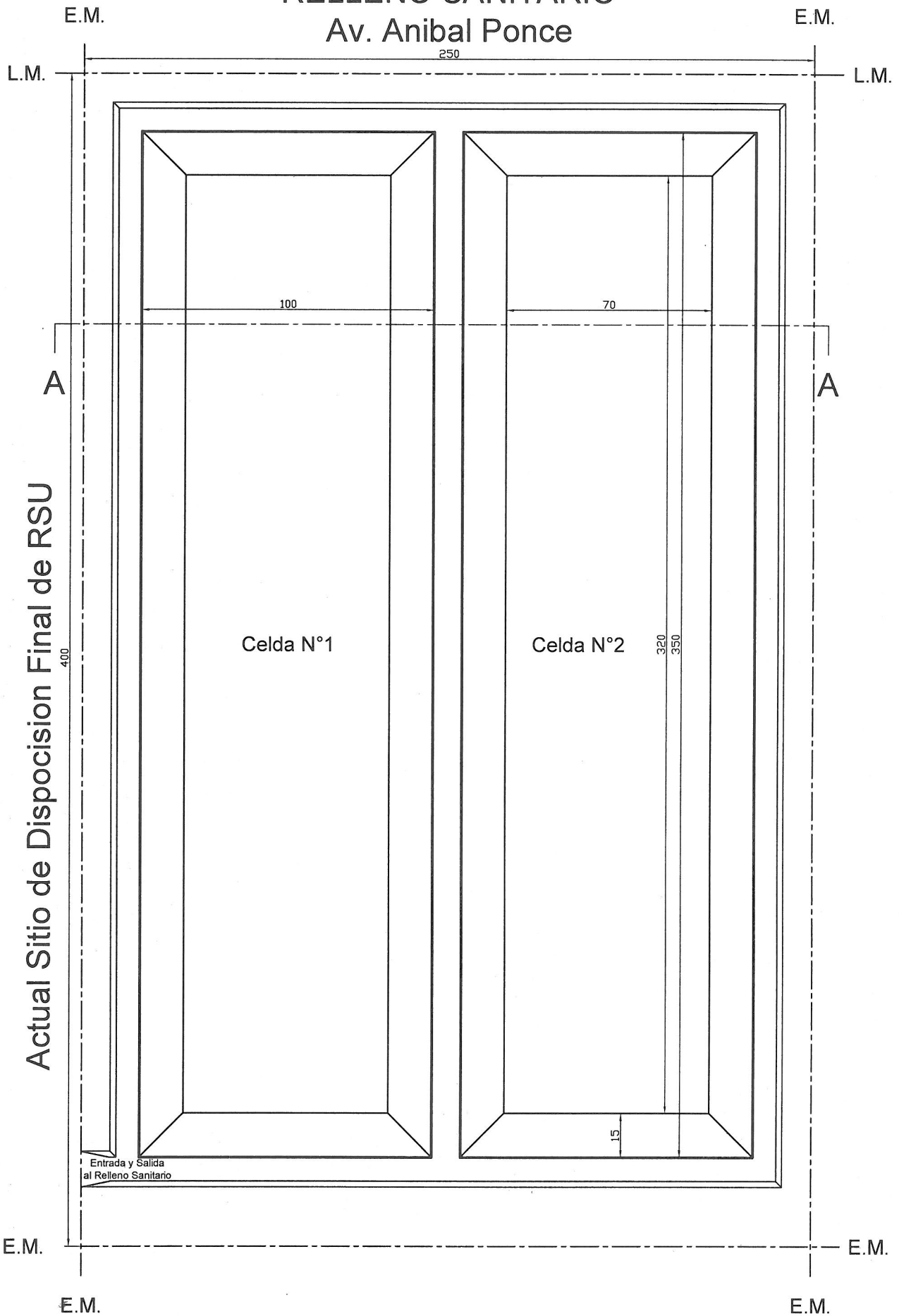


CORTE A - A



RELLENO SANITARIO

Av. Anibal Ponce



CORTE A - A



Volumen piramide Truncada de bases rectangulares

H	Altura de la piramide
b	Base Menor
B	Base Mayor
Volumen	$(H/3) * [b+B+ Raiz\ cuadrada\ de\ (b*B)]$

Volumen piramide Truncada de bases cuadradas

H	Altura de la piramide
b	Base Menor
B	Base Mayor
Volumen	$(H/3) * (L^2+L^2+ I*L)$

Nº de celdas por Modulo: 2

Definición de Parámetros de Cálculo:

Prisma subsuelo	H	4 m	lado b1	84
	b	27048 m2	lado b2	322
	B	35000 m2	lado B1	100
Volumen		123754,887 m3	lado B2	350

Prisma sobrerelieve	H	3 m	lado b1	70
	b	22400 m2	lado b2	320
	B	35000 m2	lado B1	100
Volumen		85400 m3	lado B2	350

Volumen celda **209154,887 m3**
 volumen modulo **418309,8 m3**

Achique lados Fondo			
pendiente		lado Compact	lado bajada
talud interno	2	8	20
bajada	5	h:v 02:01	h:v 05:01
		TOTAL	28

Achique lados Cima			
pendiente		lado cima	lado cima
talud drenaje	5	15	15
		h:v 05:01	h:v 05:01
		TOTAL	30

SUPERFICIE MEMBRANA

p: longitud de la pared o altura del trapecio pared

sup:(b+B)*H/2

Subsuelo	pared compact	pared Bajada	pared lateral	pared lateral
p:	8,94	20,40	8,94	8,94
Sup. Lateral	822,87	1876,44	3005,28	3005,28
Sup.fondo	27048,00			
Sup. Total Celda	35757,86	m2		
Sup. Total Módulo	71515,72584	m2		
costo membrana		\$		
\$/m2 25		1.787.893,15		

Sobrerrelieve	pared compact	pared Bajada	pared lateral	pared lateral
p:	15,30	15,30	15,30	15,30
Sup. Lateral	764,85	764,85	2676,99	2676,99
Sup.fondo	22400,00			
Sup. Total Celda	29283,68	m2		
Sup. Total Módulo	58567,35269	m2		
costo membrana		\$		
\$/m2 25		1.464.183,82		

costo membrana Módulo	\$
	3.252.076,96

ARCILLA

espesor (1143/02) 0,6 m

Vol subsuelo: 42909,44 m3

Vol sobrerrelieve: 35140,41 m3

Vol Total Módulo: 78049,85 m3