



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL CONCEPCION DEL URUGUAY

Especialización en Ingeniería Ambiental

Proyecto Final

**“Programa de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos de
Colonia Elia”**

AUTOR: Bonnet, Cecilia Marisol

DOCENTE: Raffo, Fernando

Concepción del Uruguay, Entre Ríos

Argentina

Año 2019

DEDICATORIA

Dedico este esfuerzo personal y este logro académico a mi familia, a mi esposo Hernán y mis hijos Nicolás y Juana, por ser el mayor apoyo en mis estudios y por compartir conmigo la alegría de ser Especialista en Ingeniería Ambiental.

INDICE

INTRODUCCIÓN	5
DIAGNÓSTICO	7
-Tendencias en el Tratamiento de RSU en Europa	7
-Situación en América Latina y el Caribe (ALC)	8
-Situación en Entre Ríos	9
-Descripción del lugar	10
PROBLEMA	11
-Objetivo general	11
-Objetivos específicos	11
-Marco Legal	12
ANTECEDENTES	14
-Erradicación de Microbasurales de Gualeguaychú	14
-Nuevas celdas de Disp. Final de RSU de C.del U	15
-Planta de Tratamiento de RSU de San Justo	16
-Diseño de gestión de RSU, Ind. y No Conv.	16
-Plan Local de Acción Climática 2018/30 Caseros	18
-Antecedentes de trabajo intermunicipal	19
- ¿Cómo tratan los RSU otras Pcias. Argentinas?	19
-Caso Santa Fe	19
-Caso Córdoba	20
-Caso Misiones	23
ALTERNATIVAS	26
-Plan GIRSU	27
-Generación de RSU	28
-Recolección y transporte de RSU	29
-Tratamiento o recuperación de RSU	29
-Disposición Final	30
-Reinserción de RSU en el mercado o industria	30
-Creación de un vertedero controlado	31
-MATRIZ DE DECISIÓN	37
DESARROLLO	40
-Esquema de funcionamiento del Plan	42
-Campañas de comunicación y concientización	42

-Línea de base ambiental	43
-Caracterización de Colonia Elia	47
-Actividades económicas	47
-¿Cómo implementar el Plan?	48
-Planta de tratamiento	51
-Sector de compostaje	58
-Disposición Final(CAVAS)	59
-Pozo de Monitoreo de Aguas subterráneas	60
-Sistema de tratamiento de Lixiviados	61
-Humedal Artificial de Flujo Subsuperficial	63
-Cámara Séptica	64
-Sistema de manejo de gases generados en el relleno sanitario	65
-Funcionamiento	67
-Controles posteriores al cierre del Relleno Sanitario	71
-Costos de la implementación de la Estrategia GIRSU	74
CONCLUSIÓN	77
FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA	79
ANEXOS	80

1. INTRODUCCIÓN

Mi nombre es Cecilia Marisol Bonnet, soy Licenciada en Organización Industrial, graduada en la Facultad Regional Concepción del Uruguay, de la Universidad Tecnológica Nacional.

El motivo de la presente investigación es poder aplicar los conocimientos adquiridos en la Especialización en Ingeniería Ambiental y poder dar respuesta a la problemática planteada en la localidad de Colonia Elia, Departamento Uruguay en lo que respecta al manejo y tratamiento de Residuos Sólidos Urbanos.

La Gestión integral de los Residuos Sólidos Urbanos es un tema de atención prioritaria para la mejora de la calidad de vida de la población y para aspirar a un desarrollo sostenible. Si bien la problemática de los residuos es de larga data, en los últimos años se profundizó con la *instauración de la sociedad de consumo*, la *proliferación de envases descartables* y el *packaging* y la *introducción de materiales complejos no conocidos por la naturaleza*, muchos de ellos de riesgo para la salud de la población y el ambiente, que resultaron en el incremento exponencial de la generación de residuos y su complejidad.

El abordaje de este tema implica la consideración de todas y cada una de las etapas que involucran a los Residuos Sólidos Urbanos de una jurisdicción determinada; desde su Generación, orientado a la reducción en origen, la Recolección y Transporte desde el sitio de generación, hasta el de Post Tratamiento y Disposición Final. La gestión integral de residuos sólidos debe considerarse en armonía la estrategia económica, con la higiene y salud pública, la ingeniería e infraestructura y con las correspondientes consideraciones ambientales, para responder adecuadamente a las expectativas de la sociedad.

En Argentina, la gestión de los RSU es de competencia municipal. Es pertinente destacar que el sistema municipal argentino se caracteriza por ser heterogéneo, en el sentido de que existen múltiples tipos de municipios con diferentes atribuciones y responsabilidades, según lo establezca cada una de las constituciones y leyes orgánicas provinciales. No obstante ello, se puede decir que cada habitante produce aproximadamente **entre 0,91 y 0,95 kg de RSU por día**, alcanzando un total aproximado de 12.325.000 tn/año. Se trata de una cuestión transversal a todas las ciudades del país, sin diferenciación de tamaño ni población, más allá de características peculiares que puedan darse en cada territorio.

Por lo dicho anteriormente resulta esencial dotar a los municipios de instrumentos de gestión adecuados y prácticos, que les permitan tomar las mejoras decisiones en materia de residuos para su propio entorno local, y promover en los funcionarios y responsables políticos la toma de decisiones en función de estos nuevos escenarios de gestión integral de residuos, a través de herramientas que les permitan fortalecer las capacidades técnicas y optimizar el uso de recursos escasos.

2. DIAGNÓSTICO

Tendencias en el Tratamiento de RSU en Europa

Históricamente el tratamiento de los residuos sólidos urbanos más habitual en los países de la Unión Europea ha sido el **depósito en vertederos o vertido controlado**, donde se dirigen los rechazos previamente tratados que no van a ser reutilizados o valorados mediante otro sistema de gestión. En los últimos años la mayoría de los países han disminuido el uso de esta disposición final de los residuos por diversos problemas ambientales que se pueden generar, como la contaminación por lixiviados; los nuevos usos que tenga el terreno tras el cese del vertedero serán limitados, etc. Se espera que para 2030 se eliminen los depósitos en vertederos, exceptuando el 5% de residuos no valorizable. Para ello la Comisión intensificará el cumplimiento del Reglamento (CE) nº 1013/2006 sobre el traslado de residuos.

Por el contrario, uno de los tratamientos de residuos que ha aumentado su popularidad en los últimos años ha sido la **incineración**, que ha pasado de un 21% en 2007 al 26% en 2013. Este método te permite recuperar la energía del residuo y tratar numerosos tipos de residuos, pero también conlleva problemas ambientales derivados de este tratamiento como son los gases y cenizas tóxicos generados durante la incineración y que necesitan un tratamiento añadido.

Los tratamientos ecológicos como **el reciclaje** y **el compost** ya han adquirido una gran importancia entre la sociedad Europea. Ambos sistemas valoran los residuos y los reutilizan y el impacto en el medio ambiente es mínimo. El compost se suele usar en agricultura y jardinería como enmienda para el suelo, aunque también se usa en paisajismo, control de la erosión, recubrimientos y recuperación de suelos.

Perspectivas de futuro:

La OCDE prevé que la UE, para 2020, podría generar un 45% más de residuos que en 1995, por lo que la Comisión está endureciendo el reglamento y optando por un modelo de economía circular, especialmente para que los países de las últimas ampliaciones se coloquen a la altura de la media europea en gestión ecológica (reciclaje y compostaje).

La iniciativa europea **Zero Waste Europe** promueve la eliminación de desechos residuales y el fin de la incineración y los vertederos como técnicas de gestión. Su fin último es el residuo 0, no la gestión de los mismos.

Situación en América Latina y el Caribe (ALC)

Un estudio realizado por el BID sobre el estado de la gestión de RSU en Latinoamérica y Caribe muestra que:

El promedio regional de generación per cápita de Residuos Sólidos Domiciliarios (RSD) y **de Residuos Sólidos Urbanos (RSU)** es de 0,6 kg/hab/día y **0,9 kg/hab/día**, respectivamente. Los RSD representan, en promedio, un 67% de los RSU generados en la región.

El promedio regional de cobertura de recolección de RSU es de 89,9% (medido como porcentaje de la población). **Comparado con el promedio mundial de 73,6%, ALC tiene un alto nivel de cobertura**, que refleja la prioridad que le ha dado la región a este servicio. ALC tiene un nivel de cobertura mayor al promedio de África (46%), sur de Asia (65%) y Medio Oriente y Norte de África (aproximadamente 85%). Argentina, Chile, Colombia, República Dominicana, Trinidad y Tobago, Uruguay y Venezuela cuentan con niveles de recolección de RSU cercanos al 100% (cobertura universal).

La **recolección diferenciada** de RSU, aún es **baja**. No obstante, hay casos como Brasil, donde el 62% de los municipios implementa programas de recolección selectiva de RSU.

La cobertura del servicio de **disposición final adecuada** (en rellenos sanitarios) de RSU es aproximadamente del **55%** (medido como porcentaje de la población).

A **los costos** asociados a la gestión de RSU los **cubre** directamente el **municipio**. Un 19,8% de éstos cuenta con planes de manejo de residuos.

En materia de **reciclaje**, se estima que en ALC únicamente el **2,2%** de los RSU se recicla dentro de esquemas formales. Muy pocos países cuentan con infraestructura formal para la clasificación de RSU y su reciclaje. En ALC la recuperación de materiales reciclables es realizada mayormente por el sector informal, a través de recuperadores/recicladores urbanos, que se estiman en unos 4 millones. La mayoría de los países de la región no dispone de datos

oficiales sobre tasas de reciclaje, excepto Brasil, quien en 2012 reportó índices de reciclaje de aluminio de 97,9%; de reciclaje de papel de 45,7%; y de reciclaje de plástico (PET) de 58,9% (respecto a la producción industrial). En Ecuador se ha alcanzado un porcentaje de recuperación del 100% para botellas PET, derivado del incentivo tributario directo conocido como el impuesto redimible de botellas PET.

Para el tema de aprovechamiento energético de RSU, existe interés en la región en la implementación de este tipo de tecnologías y varios países han establecido evaluaciones preliminares y propuestas de proyecto. El proyecto en etapa más avanzada se encuentra actualmente en construcción en Barueri, Sao Paulo (Brasil) y contará con tecnología de incineración de RSU y aprovechamiento energético. Por ahora no existen proyectos en operación reportados, a excepción de iniciativas en territorios del Reino Unido y Francia como Bermuda y Martinica respectivamente. Adicionalmente, existen proyectos implementados de captura y uso de biogás de relleno sanitario en ciudades como Buenos Aires (Complejo Ambiental Norte III), Santiago de Chile (rellenos sanitarios Loma los Colorados y Santa Marta), Sao Paulo (relleno sanitario Bandeirantes) y Monterrey, entre otras.

Situación en Entre Ríos

De acuerdo al Diagnóstico Ambiental de Entre Ríos, elaborado por el Consejo Federal de Inversiones a solicitud del gobierno Entre Ríos en el año 2012, la provincia distingue en municipios y juntas de Gobierno, las cuales presentan diferentes formas de tratamiento de los residuos sólidos.

Las **Juntas de Gobierno** representan asociaciones de vecinos en el interior, con la característica de requerir información, asesoramiento legal para enfrentar los problemas ambientales locales, como la instalación de *feedlots* en las cercanías de una escuela o las fumigaciones aéreas y educación ambiental con base técnica. No debe dejarse de lado el gran conocimiento empírico de la flora, fauna y manejo de los ambientes. En estos lugares, **el tratamiento de la basura es particular y en cierto modo integrado**, pues la parte orgánica se destina a los animales de granja, los metales muchas veces se transforman en otro elemento que pueda prestar alguna utilidad, el papel y cartón para combustión, y sólo quedan los plásticos para pequeñas quemas de bajo impacto. En pocas Juntas hay servicio de cloacas, sino pozos negros particulares.

Respecto a los **Municipios**, el relevamiento de datos sólo se obtienen presentándose personalmente a requerirlos, las vías informáticas todavía resultan de limitada accesibilidad para una gran mayoría. Por otro lado, el modo de gestión está lejos de llevar un registro pormenorizado de volúmenes tanto en el caso de desechos sólidos como líquidos. Esto es consecuencia probable de la falta de capacidad técnica en las áreas respectivas y de no asumir el manejo integral de los problemas ambientales.

De este modo, el área encargada de los residuos a veces está ligada a la salud, a la acción social, o a los servicios públicos y representa sólo un **proceso de recolección de basura** pero no visto como objeto de políticas integradas.

Según el censo 2001 en la Provincia hay 73 municipios y 193 juntas de Gobierno, en el trabajo de campo para el Diagnóstico Ambiental de Entre Ríos se recorrieron 16 municipios y se obtuvieron datos de 64 juntas de Gobierno. Los resultados obtenidos son que el 58 % de los municipios elige como mecanismo de disposición final al Basural a Cielo Abierto, el 15 % Relleno Sanitario y sólo un 27 % posee algún tipo de reciclado de materiales.

Descripción del lugar:

Colonia Elia es un municipio ubicado entre los distritos Tala Y Potrero del Departamento Uruguay, en el este de la provincia de Entre Ríos, República Argentina. El ejido del municipio comprende la localidad del mismo nombre y un área rural. Se encuentra a 230 km en línea recta de la ciudad de Paraná, capital de la provincia.

El municipio, creado en 2008, alcanzó los 1566 habitantes en el censo 2010. Actualmente la población asciende a 3000 habitantes, entre la zona rural y el casco urbano.

El principal acceso a Colonia Elía es un camino de pavimentado de 13 km que comunica con la Ruta Nacional 14, ruta que antiguamente atravesaba la localidad. El arroyo Osuna, al norte, y el arroyo Cupalen, al sur, ambos de la cuenca del río Uruguay, enmarcan y drenan la localidad.

Hoy en día los Residuos Sólidos Urbanos que se generan en Colonia Elía, son recolectados, sin diferenciación, 2 veces por semana y trasladados por una Cooperativa al basural de la localidad de San Justo.

3. PROBLEMA

La problemática abordada en el presente trabajo es la gestión de los residuos Sólidos Urbanos en municipios pequeños, particularmente Colonia Elia, departamento Uruguay, Entre Ríos, buscando idear un plan de acción para lograr una correcta y responsable disposición final de dichos residuos.

TITULO

Programa de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos de Colonia Elia.

OBJETIVO GENERAL

Diseñar y proponer una adecuada Gestión Integral de los RSU en el Municipio de Colonia Elía, considerando los aspectos sociales, económicos y culturales que rodean a la gestión RSU, las herramientas legales e institucionales y apoyándose en experiencias concretas de otros municipios de similares características.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diseñar un sistema eficaz de tratamiento de RSU que garantice la seguridad laboral y ambiental, disminuya los residuos enviados a Disposición Final, promueva la separación en origen e implemente programas de capacitación y educación ambiental.
- Fortalecer institucionalmente a la Municipalidad de Colonia Elía en la aplicación de una adecuada política pública de gestión de RSU.

Situación actual:

Como mencionara en el diagnóstico, en la actualidad los Residuos Sólidos Urbanos que se generan en Colonia Elía, son recolectados, sin diferenciación, 2 veces por semana y trasladados por una Cooperativa al basural de la localidad vecina de San Justo.

El problema que pretende resolver este trabajo es el hecho de que el Municipio de Colonia Elía ya fue notificado por la Intendencia de San Justo, que no podrán recibirle más los residuos, ya que se encuentran en vías de erradicar el basural a Cielo Abierto (que si bien en teoría desde enero de 2016 no funciona, en la práctica sigue recibiendo residuos propios y de localidades vecinas) y de poner en funcionamiento la Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos Urbanos.

Por otra parte la Cooperativa encargada de la recolección tiene Contrato hasta diciembre del presente año, en donde cambiarán las autoridades municipales, siendo intención de las entrantes, que el municipio se haga cargo de la gestión de los residuos.

Tabla 1: MARCO LEGAL

ÁMBITO	LEY- DECRETO- RESOLUCIÓN	TÍTULO	DESCRIPCIÓN
NACIONAL	Constitución Nacional	Art. 41	Todos los habitantes gozan del derecho a un ambiente sano, equilibrado, apto para el desarrollo humano y para que las actividades productivas satisfagan las actividades presentes sin comprometer las de las generaciones futuras; y tienen el deber de preservarlo. El daño ambiental generará prioritariamente la obligación de recomponer, según lo establezca la ley
NACIONAL	Ley 25.675/02	General del Ambiente	Presupuestos mínimos para el logro de una gestión sustentable y adecuada del ambiente, la preservación y protección de la diversidad biológica y la implementación del desarrollo sustentable. Principios de política ambiental. Ley marco que debe ajustarse a normas específicas.
NACIONAL	Ley 25.916/04	Gestión de Residuos Sólidos Domiciliarios	Establece presupuestos mínimos de protección ambiental para la gestión integral de residuos domiciliarios. Disposiciones generales. Autoridades competentes. Generación y Disposición inicial. Recolección y Transporte. Tratamiento, Transferencia y Disposición final. Coordinación interjurisdiccional. Autoridad de aplicación. Infracciones y sanciones. Disposiciones complementarias.
Entre Ríos	Ley 9.345/01	Utilización productiva de residuos sólidos domiciliarios	Se declara de interés provincial la implementación del plan de utilización productiva de los residuos sólidos domiciliarios que llevan a cabo municipios de la Provincia de Entre Ríos
Entre Ríos	Ley N° 10311/14	Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos	Establece el conjunto de principios y obligaciones básicas para la gestión integral de los residuos sólidos urbanos que se generen en el ámbito territorial de la provincia de Entre Ríos

Colonia Elia no cuenta con ninguna ordenanza vigente respecto al manejo de Residuos Sólidos Urbanos. No obstante existe un proyecto que espera el tratamiento en el Concejo Deliberante local.

4. ANTECEDENTES

ANTECEDENTE 1: *Erradicación de microbasurales en la ciudad de Gualeguaychú*

AUTOR: *Lic. Noelia Indart*

AÑO: 2013

El problema abordado en el trabajo es la generación y regeneración de microbasurales en distintos puntos de la ciudad de Gualeguaychú (terrenos públicos y privados, que por encontrarse baldíos o por ser solo espacios verdes y/o de recreación son utilizados para el abandono de residuos.

A fin de darle respuesta al problema planteado se evaluaron tres alternativas:

- 1. Colocación de contenedores tipo volquetes:** que serán colocados en forma unitaria o de a dos o tres unidades según el volumen de residuos depositados y el volumen de los contenedores. Los mismos serán retirados por personal y maquinaria de Higiene Urbana Municipal y repuestos por otros similares previa higienización, con lo cual deberán incluirse dentro de las rutas de recolección o bien diseñarse nuevas rutas para cumplimentar con su vaciado y reposición. Evaluando necesidades de incorporación de personal y/o maquinaria.

Se pretende que los recipientes permitan contener todos los residuos que se disponen en los puntos afectados, por lo cual deberán ofrecer un volumen adecuado, por otra parte deberán contemplarse aquellos factores referentes a la ubicación, que no se dificulte la correcta circulación de peatones ni automóviles y que los camiones municipales tengan el espacio necesario para realizar las maniobras de carga y descarga.

- 2. Colocación de cámaras de vigilancia:** se analizará como una herramienta de la administración municipal, a fin de continuar mejorando los servicios a favor de la comunidad.

Se deberá contemplar la reglamentación de su uso para grabar imágenes en lugares públicos y su posterior tratamiento, estableciéndose el régimen de garantías de los derechos fundamentales, libertades públicas de planificación urbana, prevención de faltas e infracciones a las normas municipales, entre otras.

Esta alternativa se relaciona con otros usos como la planificación ordenada y acorde a la normativa local de vías y espacio público, la elaboración de políticas públicas de

planificación urbana y la prevención de faltas e infracciones a las normativas municipales, pudiendo resultar una herramienta de especial utilidad en la defensa civil de la ciudad, en aquellas situaciones que por su emergencia y gravedad, requieran de especial previsión y control, todo ello con una intervención mínima para atender a la finalidad pretendida.

Es muy importante para esta alternativa analizar los costos de inversión iniciales, debido a que se trata de un tipo de tecnología que suele ser innovadora para municipios, contemplando además la necesidad de personal calificado tanto para su selección, implementación, puesta en funcionamiento y operación.

- 3. Formación de un grupo de agentes municipales “Vigiladores”** para realizar recorridos de los distintos puntos afectados a fin de generar las infracciones correspondientes y/o concientizar a las personas que abandonan los residuos.

Luego de analizar la factibilidad de las alternativas resultó seleccionada la primera.

ANTECEDENTE 2: *Nuevas celdas de Disposición Final de Residuos Sólidos Urbanos de Concepción del Uruguay*

AUTORES: *SEINTECO (Servicios Integrales de Consultoría)*

AÑO: 2013

El proyecto propone la creación de 3 nuevas celdas de Disposición Final de Residuos Sólidos Urbanos, captación y venteo de gases, tratamiento de lixiviados y disposición final de residuos inertes.

Se utilizarán cavas recientemente explotadas por la empresa HOSIFA Constructora S.A para la obtención de material calcáreo. Las celdas 1 y 2 tendrán una capacidad receptiva de 100.000 m³ y una vida útil aproximada de 8 años, mientras que la celda o módulo 3 posee una capacidad de 135.000 m³ y una vida útil de 6 años, aproximadamente.

El proyecto incluye también un Programa de Monitoreo Ambiental y un Plan de Clausura, el cual contempla el recubrimiento de los RSU con una capa compuesta de suelo arcilloso y de suelo vegetal en la totalidad de la superficie, que permitirá el crecimiento de gramíneas locales que impedirá la presencia de vectores y garantizará la escorrentía superficial de las

aguas de lluvias, minimizando su infiltración en el interior de las celdas a fin de evitar la generación adicional de lixiviado.

ANTECEDENTE 3: *Planta de Tratamiento de RSU de San Justo, Entre Ríos*

AUTOR: Lic. Verónica Ferreyra

AÑO: 2016

El proyecto plantea el diseño de una planta de tratamiento y relleno sanitario controlado definidos estos como obras de ingeniería para confinar los residuos sólidos en la menor área posible, sin causar perjuicios al medio ambiente y sin causar molestias o peligros para la salud y la seguridad pública. Define planta de tratamiento como una instalación que combina procesos de selección de material con el objetivo de separar las fracciones recuperables de la mezcla de residuo y prepararlas para la comercialización, incluyendo el proceso de compostaje para la fracción orgánica.

Desde que se comenzó con la recolección de residuos, la misma fue y es actualmente NO DIFERENCIADA.

En cuanto a la disposición final, se realizaba a cielo abierto hasta enero de 2016, momento en el que se procede al saneamiento y clausura del basural. Actualmente, los residuos son trasladados a la planta de tratamiento de la ciudad de Concepción del Uruguay, considerando un alto costo de transporte.

ANTECEDENTE 4: *Diseño de gestión de RSU, Industriales y no Convencionales*

AUTOR: Lic. Diego Gaillard

AÑO: 2018/19

En el trabajo se busca dar respuesta a la problemática de la gestión de los residuos Sólidos urbanos, Industriales y No Convencionales de Concepción del Uruguay, Entre Ríos, creando un plan de gestión para que a través del mismo, tanto el vecino, pequeño generador, como las industrias, pequeñas y grandes generadores, sepan cómo proceder a la hora de disponer sus residuos en forma responsable.

A tal fin se analizaron dos alternativas posibles, resultando seleccionada la opción número 1.

Alternativa 1: “Plan de gestión integral de Residuos sólidos urbanos, Industriales y No Convencionales”

La alternativa propone realizar una gestión integral de residuos en la ciudad de Concepción del Uruguay, no solo integral de RSU sino también trabajar en la gestión de los residuos industriales y los no convencionales.

Se plantean diferentes etapas de la gestión, organizadas en base al tamaño de la ciudad y su distribución geográfica.

Esta alternativa se implementaría de la siguiente manera:

- ✓ **1° Etapa:** Separación en origen. Clasificación; Secos y Húmedos. Recolección Diferenciada.
- ✓ **2° Etapa:** Disposición transitoria: Creación de Puntos Limpios: RAEES (con recuperación); Residuos Peligrosos (Y8,Y9): Acopio transitorio para Pequeños y medianos generadores, AVUs: Aceite Vegetal Usado: Acopio transitorio de generadores domiciliarios y estación de transferencia de empresa tercerizada encargada de la recolección, Cartón / Papel / PET / Metales / Vidrio; Residuos de construcción (incluido tierra); Neumáticos Fuera de Uso; Restos de poda
- ✓ **3° Etapa:** Puntos Limpios Industriales No Peligrosos (Voluminosos): en planta de tratamiento de residuos.
- ✓ **4° Etapa:** Disposición Final de los Residuos. Relleno Sanitario (Descarte con separación previa).

Alternativa 2: “Gestión de Residuos Sólidos Urbanos”

Propone es la gestión de los Residuos Sólidos Urbanos de la ciudad de Concepción del Uruguay. La gestión se realizaría con recursos pertenecientes a la Municipalidad. Salvo la construcción del relleno sanitario que estaría a cargo de una empresa tercerizada.

A continuación se describen las etapas de la que se compone esta gestión para la operación diaria en la ciudad.

- ✓ **1° Etapa:** Recolección de Residuos Sólidos Urbanos
- ✓ **2° Etapa:** Clasificación en planta
- ✓ **3° Etapa:** Disposición Final

ANTECEDENTE 5: Plan Local de Acción Climática 2018/30 de Caseros, Entre Ríos

AUTORES:

Intendente Alejandro Farías

Resp. Área de Jardinería, Arbolado y Ornamentación, Lic. Laura Stur.

AÑO: 2018

El Plan incluye diferentes acciones tendientes a mejorar y preservar el medioambiente (reducción de consumo energético, tratamiento de residuos, reducción de emisiones gaseosas, etc.)

Particularmente en lo que respecta a la problemática de los residuos sólidos urbanos, el mayor inconveniente encontrado era la existencia de un basural a cielo abierto, en el cual, además de la contaminación ambiental por la quema y lixiviado, se encontraban personas de otras localidades buscando basura, perros que iban y venían del basural hacia la localidad y el peligro de los empleados a cargo de llevar los residuos al basural y luego descargarlos entre otros. El municipio decidió la clausura de dicho basural, para lo cual adquirió unas 10 has. nuevas contiguas al predio, contrató maquinarias para el movimiento de suelo para tapar la basura y se hicieron cavas impermeabilizadas para ir depositando los residuos hasta disponer del tinglado, donde se hará la selección de residuos a fin de determinar su destino final(revalorización, confinamiento, etc.).

El objetivo perseguido es terminar con la contaminación ambiental. Controlar la salud pública de los ciudadanos. Luego de la remediación del espacio, recuperarlo para otros usos.

Para ello se viene trabajando desde 2011 en los siguientes lineamientos:

- 1. Mejora y acondicionamiento del Basural a Cielo Abierto.***
- 2. Mejora del sistema del sistema de recolección.***
- 3. Equipamiento para el sistema de contenedores.***
- 4. Mejora del sistema de separación en origen.***

Antecedentes de trabajo intermunicipal

MENDOZA

Convenio Interjurisdiccional para el mejoramiento de la Gestión y Tratamiento de los Residuos Sólidos Urbanos en los Departamentos de la Zona, Decreto 1578/97 y ordenanzas municipales respectivas Rivadavia, San Martín, Junín, Santa Rosa y La Paz.

SALTA

Primer Consorcio de Gestión de Residuos Sólidos urbanos denominado “Valles Calchaqués 1”; integrado por los municipios de Cafayate, San Carlos y Animaná.

El objetivo de este consorcio es la gestión y defensa de intereses comunes para atender la problemática de la basura brindando un tratamiento integral y disposición de los residuos sólidos urbanos que se generan en toda la región Calchaquí.

BUENOS AIRES

Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos para el consorcio integrado por los Municipios de Zárate y Campana (Provincia de Buenos Aires)

¿CÓMO TRATAN LOS RSU EN OTRAS PROVINCIAS ARGENTINAS?

CASO SANTA FE

Santa Fe es una de las primeras ciudades del país en llevar adelante la recolección diferenciada de residuos en todos los barrios, con el objetivo de lograr una mejor convivencia ambiental. Un desafío que cuenta con un fuerte compromiso de parte de todos.

La Ordenanza N° 11.549 le da su marco normativo a esta iniciativa, que se desarrolla de manera interdisciplinaria entre diversas áreas del Municipio y organizaciones de la comunidad. Estas acciones procuran alcanzar una mejora en la salud pública y la calidad de vida, al tiempo que promueven un desarrollo sostenible de la ciudad.

Los residuos se deben separar en secos por un lado y húmedos por otro. Al ser recolectados en días diferentes, la separación permite darle a cada uno el tratamiento adecuado. Separar los residuos sólidos urbanos es también una oportunidad en la que muchos vecinos que, junto a sus familias, integran cooperativas y asociaciones encontraron una fuente de recursos para la subsistencia con la recolección, clasificación y comercialización de materiales reciclables.

Con esta iniciativa, colaboramos en su reducción y minimizamos la cantidad de materiales que se derivan al Relleno Sanitario, protegiendo de esta manera el aire, el suelo y el agua.

Los restos de poda, limpieza o de las tareas de refacción hogareñas, tienen otro sistema de recolección, con días y horarios especiales según cada barrio. Estos residuos deben estar embolsados, para que puedan retirarlos las empresas que hacen esta tarea. Si el volumen o la cantidad de estos residuos es superior a lo permitido, el vecino debe contratar un servicio especial (contenedor) para retirarlos.

CASO CÓRDOBA

La incorrecta gestión de los residuos sólidos urbanos (RSU) figura entre los mayores problemas ambientales urbanos que presenta la provincia de Córdoba. Con una población superior a los 3 millones de habitantes y una generación de RSU del orden de las 2.900 toneladas anuales, la provincia de Córdoba cuenta con seis vertederos controlados (rellenos sanitarios) donde se le da disposición final adecuada a aproximadamente el 70 % de los RSU generados. El 30 % de los residuos restantes se dispone en aproximadamente 300 basurales a cielo abierto diseminados en toda la provincia, donde comúnmente se practica la quema incontrolada de residuos, con los impactos y riesgos ambientales que esto implica. En esta situación se encuentran actualmente el 90% de los municipios y comunas de la provincia.

La Secretaría de Ambiente, a partir del Diagnóstico Provincial de los Sistemas de Gestión de Residuos Sólidos Urbanos elaborado en el año 1999, concluyó que para abordar las soluciones puntuales al problema integral de la gestión de los residuos se debe partir del trabajo por regiones, denominadas “regiones limpias”, para lograr la escala necesaria de los sistemas de desvío (recuperación, reciclado y compostaje) y la viabilidad económica para una disposición final ambientalmente adecuada, por el método de vertederos controlados regionales o plantas de tratamiento de residuos sólidos urbanos (Sistema de Prensas para fardos o bolsas).

En el mundo existen sólo dos técnicas de disposición final de residuos ambientalmente adecuadas: el *vertedero controlado o relleno sanitario* donde los residuos son enterrados en fosas impermeabilizadas; y la *incineración controlada*. Esta última tecnología es utilizada principalmente en Japón y Europa dada la escasa disponibilidad de terrenos y la viabilidad económica para afrontar los costos de inversión y operativos. Teniendo en cuenta que incinerar una tonelada de residuos tiene un costo superior a los \$500, mientras que disponerla en un vertedero controlado tiene un costo que oscila entre los \$ 80 y \$ 120.

Por esto es que oportunamente se recomendaba proyectar vertederos controlados, y en los últimos tiempos, también se proyectaron plantas de enfardado, siempre con disposición final en vertederos con geomembranas.

El Programa Córdoba Limpia, tiene cuatro componentes fundamentales:

1. La elaboración de una Normativa Provincial para la gestión adecuada de RSU.
2. El asesoramiento y capacitación a las localidades de la Provincia para la Gestión Integral de RSU que contemple programas de recuperación y reciclado de residuos.
3. La construcción de un sistema de vertederos controlados regionales y estaciones de transferencia de residuos para la transferencia y disposición final adecuada de los RSU no recuperados.
4. La clausura de los basurales a cielo abierto con la recuperación de estos predios.

Con la aprobación de la Ley Provincial 9088 de Gestión de RSU en marzo del 2003, la provincia cuenta con un marco legal que prohíbe la quema incontrolada de residuos y su disposición en basurales a cielo abierto. A su vez, los Términos de Referencia para Instalaciones de Tratamiento y Disposición Final de RSU, establece los presupuestos mínimos que garantizan el tratamiento y la disposición final ambientalmente adecuados de los residuos generados en su territorio.

Mediante la puesta en marcha de un plan de asesoramiento y capacitación a los municipios y comunas de la provincia, se está promoviendo la gestión integral de los RSU haciendo hincapié en la regionalización de los sistemas de gestión, la racionalización de los sistemas de recolección y transporte, el tratamiento diferenciado de los residuos patógenos y peligrosos, y la reducción y recuperación de residuos a través de plantas de reciclado de materiales inertes (papel y cartón, vidrio, metales y plásticos) y el compostado / lombricultivo de la fracción orgánica de los RSU.

La propuesta de regionalización de la provincia fue elaborada técnicamente a partir de un criterio ambiental y económico. Desde el punto de vista ambiental se priorizó alejar los centros de disposición final de residuos de las zonas residenciales, turísticas, y de recarga de acuíferos (zonas serranas).

Desde el punto de vista económico se buscó generar la escala suficiente (cantidad de residuos generados) de la región para que los costos de disposición final sean viables para las localidades que integran la región. Por otro lado, se limitó el radio de influencia del vertedero controlado para no transportar residuos a grandes distancias.

Para minimizar los costos de transporte se diseñó un sistema de estaciones de transferencia de residuos satélites del vertedero controlado. Las estaciones de transferencia de residuos son lugares donde los residuos generados son transferidos desde los vehículos de recolección

locales (camiones prensa, camiones volcadores, tractores con acoplado, etc.) a contenedores de mayor capacidad para ser transportados, por camiones tipo roll-off o camiones semiremolque, a los vertederos regionales.

Desde su creación, el *Programa Córdoba Limpia* construyó una serie de obras y proyectos muy importantes para gran parte de la Provincia como ser: 2 Vertederos controlados (Villa Dolores y Cruz del Eje), Estación de transferencia de la Falda, plantas de tratamiento de residuos sólidos urbanos en Departamentos Roque Saenz Peña (Laboulaye), General Roca (Huinca Renancó), Calamuchita (San Ignacio), otras en plena construcción como Coronel Moldes y otras menores con participación municipal en Laborde y Alejandro Roca. También se encuentra proyectada una planta de RSU, para el departamento Punilla.

Si consideramos a la ciudad de Córdoba y las 17 localidades que vierten sus residuos en Ruta 36 (Nuevo Vertedero controlado), sumados a los demás vertederos controlados, las nuevas plantas de tratamientos de enfardado o encapsulado, ya construidas o en vías de construcción, podemos asegurar que el 70 (setenta) por ciento de los residuos sólidos provinciales tienen algún tipo de tratamiento (una de las provincias de mayor tratamiento de residuos sólidos urbanos en el país).

Sin embargo, todavía padecen en el territorio provincial, de más de 300 basurales a cielo abierto, que aún perduran especialmente en localidades y parajes de menor cantidad de habitantes, los cuales merecen ser asistidos con obras y proyectos menores, dado a que se encuentran en lugares distantes o la idiosincrasia del lugar así lo amerita.

También en esta nueva etapa, se piensa en la solución de la disposición de la poda, que en muchos casos ha provocado grandes incendios con cuantiosas pérdidas para el ambiente, para ello, la Secretaría de Ambiente junto a su Ministerio ha ideado la adquisición de chipeadoras y asesoramiento del área respectiva.

Como consecuencia de las nuevas acciones encaradas, se dará apoyatura durante todo el año, con charlas educativas en colegios y municipios, entrega de folletería relacionada con la separación en origen, reciclado, compostaje, etc.

Además desde la Secretaría, y como consecuencia de los sondeos que se vienen realizando con municipios y comunas que se interesen con la temática, se confeccionarán proyectos que contemplen la compra de prensas para residuos, acondicionamientos de predios, remediación

de antiguos basurales, adquisición de chipeadoras y otros elementos que permitan el mejoramiento y disminución progresiva de los basurales a cielo abierto.

Cabe destacar que algunas localidades de la provincia, que por su menor tamaño generan pocos residuos y que se encuentran muy alejadas de los vertederos regionales propuestos, se consideran fuera de la regionalización propuesta. Para estas se propone implementar sistemas locales con fuerte énfasis en el reciclado de residuos y la disposición de los residuos restantes en vertederos manuales, ambientalmente adecuados y de bajos costos operativos.

Un ejemplo a seguir

Un foco de atención es considerar los residuos sólidos urbanos como una oportunidad de desarrollar productos para que puedan pasar a ser insumos para otra actividad.

Esto se logró a través de la sinergia entre la Secretaría de Ambiente, la empresa Holcim y la planta de tratamiento de Villa Carlos Paz. A través de la clasificación en origen que se estableció en la villa serrana se obtienen dos componentes, los secos y los húmedos. Lo seco tiene una valoración por parte de una cooperativa que separa cartones, plásticos, metales. Todos estos materiales, que en las fosas ocupan mucho volumen, a veces cuesta valorizarlos porque es un mercado muy volátil y a veces hasta informal.

La empresa Holcim, a través de su subsidiaria Geocycle Argentina, trata residuos peligrosos en el horno de su planta industrial de Malagueño. Se hizo la propuesta de poder valorizar estos productos que ya estaban clasificados en el relleno sanitario de Carlos Paz como combustible para el horno a bajo costo, comparado con el combustible tradicional. Es un proceso de incineración a alta temperatura, que se realiza a 1.900°. Los efluentes gaseosos que salen son eficientemente tratados en las columnas que ya están preparadas para tratar residuos peligrosos.

Es un “Ganar-Ganar”, según lo definen los funcionarios de Ambiente. Gana la empresa porque tiene un combustible más económico. Gana la planta de tratamiento porque se disminuye la cantidad de residuos que se disponen y se extiende la vida útil del relleno sanitario.

CASO MISIONES

Misiones es una de las provincias que logró erradicar los basurales a cielo abierto. Dispone de dos rellenos sanitarios, uno en Fachinal que atiende a la zona Sur y el otro en Aguas Blancas (Garuhapé) que atiende al Norte de Misiones.

Además, cuenta con 26 estaciones de transferencia, hasta donde los municipios llevan sus desperdicios. Estos son transportados luego en camión hasta cada relleno sanitario.

Voelia Argentina es la empresa que controla AESA Misiones, que desde hace 15 años maneja los residuos en la provincia.

Los municipios recolectan los residuos y todos son llevados a una estación de transferencia, de allí la empresa se encarga del transporte y el tratamiento y con ese transporte que es propio se lleva a la planta.

La metodología y los recursos utilizados dieron buenos resultados bajo un sistema muy eficiente en las dos plantas (una ubicada en Fachinal y la en la zona norte en Caraguatay) con un control ambiental que se ocupa de los arroyos, perforaciones y arroyos cercanos a la estación de transferencia que actualmente son dos.

Además AESA se ocupa de la recolección y tratamiento de residuos patológicos en Posadas, con el compromiso de recorrer tres veces por semana hospitales y centros de salud públicos.

También se trabaja con sistema de gestión de pilas en conjunto con los municipios que son los que organizan los programas a través de eventos, concursos; la empresa otorga las bolsas reglamentarias, y una vez que los habitantes las recolectan, la empresa retira las bolsas.

En el año 2001 se tomó el compromiso y en el año 2006 ya estaba toda la provincia bajo este sistema.

Se creó una infraestructura que permite contar con dos rellenos sanitarios, el de la zona sur que tiene 100 hectáreas de las cuales se ocupan 20, y el de la zona norte que tiene 50 hectáreas propiedad de la provincia de las cuales se ocupan 12, con lo cual se pueden continuar con otros procesos de tratamiento ya que aun se cuenta con espacio físico.

COBERTURA DEL SERVICIO

- 26 estaciones de transferencia distribuidas a lo largo de toda la provincia de Misiones.
- 2 Rellenos Sanitarios
- 64 Municipios



POLITICA AMBIENTAL DEL ESTADO ELIMINACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS Y PATOLÓGICOS

Primer Sistema Integral a escala Provincial



MISIONES PROVINCIA

5. ALTERNATIVAS

El término basura se asocia a todo lo que es inservible, inútil o que simplemente ha perdido valor para la sociedad; además, se lo usa como sinónimo de desecho. Sin embargo, técnicamente existe la posibilidad de reaprovechar total o parcialmente muchos de estos desechos. Por eso, se denomina residuos a aquellos remanentes que son susceptibles de ser transformados en un nuevo producto.

Los residuos pueden clasificarse en función de distintos criterios. Por ejemplo, respecto a su **naturaleza física** –sólidos o líquidos–, a sus **características de peligrosidad** –peligrosos o no peligrosos–, o a su **origen** –domiciliarios, comerciales, industriales, hospitalarios, etc.–, entre otras. También pueden clasificarse en **función de la gestión diferenciada** elegida por el municipio en secos/húmedos, orgánicos/inorgánicos, reciclables/no reciclables, etc. Esta clasificación se plasma en la normativa específica vigente para el municipio y puede diferir entre jurisdicciones. Hay que tener en cuenta, entonces, que dentro de los residuos domiciliarios pueden existir una cierta cantidad de residuos peligrosos, como por ejemplo pilas y baterías, lámparas fluorescentes, envases de aerosoles, pesticidas y envases de pesticidas, productos para pintura, productos para automotores, entre otros, residuos de construcción e incluso patogénicos –remedios, pañales– que se gestionan conjuntamente con los RSU.

Los municipios, sean grandes, medianos o pequeños, tienen a su cargo tanto la recolección y disposición final de todos estos tipos de residuos como la limpieza de las aceras y los espacios públicos. La tarea es compleja y debe ser permanente y regular. Tradicionalmente, tanto la población como los gobiernos municipales priorizaron la limpieza por sobre cualquier otro tipo de cuestión referente a los residuos. Es decir que los vecinos depositaban sus bolsas de residuos en la vía pública con la única expectativa de que el sistema de recolección del municipio se ocupara de retirar esas bolsas de los frentes de sus hogares. Este tipo de visión sobre la cuestión de los residuos demostró ser limitada y poco eficiente. Por un lado, porque no resuelve el problema y solo traslada la cuestión al eslabón siguiente de la cadena –de los hogares al sistema de recolección, del sistema de recolección al sistema de disposición final– y, por otro, porque no permite aprovechar las potencialidades de la recuperación y el reciclado.

A fin de dar respuesta a la problemática planteada precedentemente, y considerando los antecedentes vinculados a la temática, se evaluarán las siguientes alternativas:

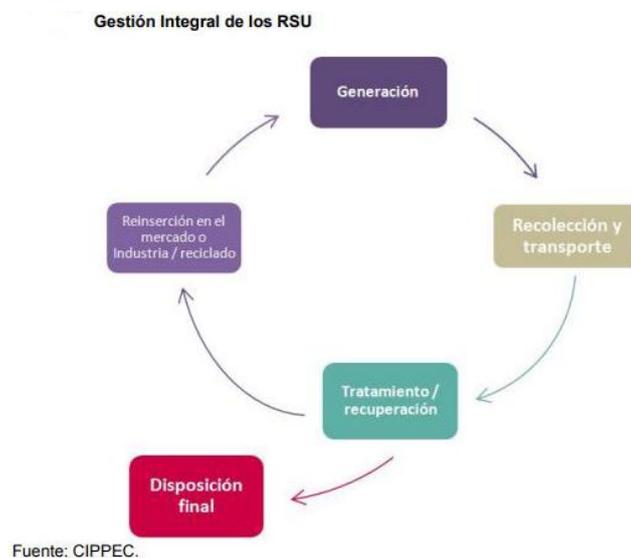
A) Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos Intermunicipal

B) Creación de un Vertedero Controlado

PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS

La Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (GIRSU) es, entonces, un sistema de manejo de los RSU que se basa en el desarrollo sostenible y cuyo objetivo primordial es la reducción de los residuos que pasan a disposición final a través de la incorporación al sistema de pautas que minimizan la cantidad de residuos, promueven su recuperación, reúso o reciclado con fines productivos. Su objetivo primordial es preservar la salud humana, mejorarla calidad de vida de la población, promover el aprovechamiento de los residuos recuperables y reciclables, el cuidado y protección del ambiente y la conservación de los recursos naturales. Según esta definición, la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos se organiza en cinco etapas que incluyen diferentes mecanismos para optimizar la gestión de residuos:

- Generación.
- Recolección y transporte.
- Tratamiento / reciclado.
- Disposición final.
- Reinserción en el mercado o industria.



Generación de RSU

La generación de residuos se encuentra íntimamente vinculada a los hábitos y prácticas de consumo, a las actividades económicas del municipio y al nivel socioeconómico de la población.

Una de las claves para que un plan integral de gestión de residuos sea eficiente es contar con información confiable sobre la cantidad y calidad de residuos que se generan. Esta información permite tomar decisiones sobre los requerimientos de espacio, equipos, personal necesario, mercados y da una noción de los volúmenes y pesos que podrían destinarse a reciclar o a disponer. La información confiable también permite analizar si se están logrando o no las metas propuestas.

En definitiva, la información precisa sobre las características de generación y composición de los RSU actual y los cálculos que permitan su proyección futura, permitirán evaluar la factibilidad técnico-económica, social y ambiental de implementación de nuevas alternativas de gestión de los RSU.

Entre otros aspectos, estos estudios permiten estimar:

- La superficie y capacidad necesaria para las instalaciones de tratamiento y/o disposición final.
- La envergadura de las obras de infraestructura necesarias.
- La cantidad y clase de equipos a ser utilizados
- La cantidad de personal necesario para llevar a cabo la implementación del sistema.

El indicador más representativo respecto de la cantidad de residuos producidos es la “generación per cápita” GPC, equivalente a la cantidad medida en Kg que produce cada habitante diariamente.

La estrategia de gestión integral seleccionada debe responder a las necesidades y contextos locales o regionales, pero independientemente del esquema de gestión de residuos elegido, el tratamiento o recuperación de los RSU resulta un componente fundamental de una estrategia integral. *Un tratamiento óptimo de los residuos amplía las posibilidades de éxito de una gestión integral de los RSU, por lo que debe ser particularmente tenido en cuenta a la hora de diseñar un sistema de gestión de RSU.*

La prevención, reducción y reúso se consideran unas de las más importantes y prometedoras estrategias para reducir el creciente volumen de residuos sólidos. Así los municipios pueden promover la reducción en origen mediante planes y programas que comprendan aspectos tales como información, educación y apoyo técnico.

Recolección y transporte de RSU

La segunda etapa es la recolección, actividad que consiste en recoger los residuos dispuestos en las aceras y los sitios destinados para tal fin—como pueden ser contenedores o puntos de recolección de residuos— y su carga en vehículos recolectores de distintas características y complejidad. La recolección puede ser general, sin discriminar los distintos residuos, o diferenciada, distinguiendo según tipo, tratamiento —por ejemplo, entre húmedos y secos, reciclables y no reciclables, basura y reciclables, inorgánicos y orgánicos—.

El *transporte* comprende el traslado de los residuos entre las diferentes etapas involucradas. En los municipios de mayor tamaño pueden existir estaciones de transferencia: instalaciones donde los residuos recogidos por los vehículos recolectores sean transferidos a equipos de transporte de gran capacidad de carga. Este tipo de estaciones se utilizan, por lo general, en grandes ciudades y conglomerados urbanos para reducir la cantidad de viajes a las plantas de tratamiento o los centros de disposición final, hacer más eficiente la gestión y reducir costos.

Tratamiento o recuperación de RSU

Existen, en general, distintas concepciones sobre el significado de “tratamiento” de residuos. En este caso, se considera *tratamiento o recuperación al conjunto de operaciones tendientes a adecuar o preparar los residuos para su valorización posterior, es decir, para lograr el aprovechamiento de los recursos contenidos en los residuos mediante su reutilización, o bien su inserción en la industria —reciclado— a través del sometimiento a procesos físicos, químicos y biológicos.*

Existen diferentes técnicas para el tratamiento de residuos:

- Tratamiento físico, como los utilizados en las plantas de separación de residuos, en donde trabajan las cooperativas de recuperadores.
- Tratamiento térmico, como la incineración o la incineración controlada.
- Tratamiento biológico, como los que se usan en plantas de compostaje.

Cabe destacar que *la incineración es un método de tratamiento que*, a pesar de que reduce significativamente el volumen de los residuos, *precisa de un sitio de disposición final*. Es un *método oneroso*, que funciona a pequeña y mediana escala –relativamente poca cantidad de residuos, es decir, *para poblaciones chicas*– y que es *cuestionado frecuentemente por su impacto ambiental*, sus efectos sobre la salud humana y porque compite con la recuperación de residuos para el reciclado.

Disposición final

La disposición final hace referencia al conjunto de operaciones que se proponen lograr el confinamiento permanente de los residuos sólidos urbanos en sitios e instalaciones especialmente destinados para tal fin. Más allá de los avances tecnológicos, existe un porcentaje importante de los residuos generados por una comunidad que debe ser siempre dispuesto de manera permanente, independientemente de los posibles tratamientos que se pudieran realizar para aprovechar los materiales reutilizables, reciclables o la energía contenida en ellos a través de tratamientos térmicos, como la incineración. El *método de disposición final utilizado a nivel mundial es el enterramiento*. Comprende toda una gama de opciones, desde la disposición en un terreno sin ningún tipo de control –generalmente denominado basural– hasta la disposición adecuada en un relleno sanitario, con todos los requisitos necesarios para disminuir en la mayor medida posible los riesgos asociados al confinamiento. La basura que se dispone en un terreno sin ningún tipo de impermeabilización, cerco perimetral, recubrimiento o venteo –ventilación– de los gases que genera deriva en un grave peligro porque representa una fuente de contaminación del agua –a través de filtraciones a las napas, por ejemplo–, del suelo y del aire, además de un foco infeccioso para las poblaciones cercanas y las que viven de o trabajan en los basurales. El método de *relleno sanitario* es el más adecuado en la actualidad para este fin, ya que aplica principios para disminuir los riesgos para la salud y el ambiente. Sin embargo, la planificación, diseño y operación de un relleno sanitario implica una gran tarea que, en muchos casos, excede la capacidad económica y técnica de los municipios, especialmente de los de menor tamaño.

Reinserción de los RSU en el mercado o en la industria

Si bien no es una etapa que suela incluirse en los modelos de GIRSU, impulsar políticas de promoción de (re)inserción de los materiales recuperados en el mercado debería ser un objetivo más dentro de la planificación de políticas de gestión de residuos. Esta es la etapa

que “cierra” el ciclo de los residuos y es la que debe dar sentido a muchas de las iniciativas de separación y recolección diferenciada. Si se conocen las demandas locales, nacionales o globales del mercado y la industria en cuanto a necesidades de materiales para el reciclaje, las políticas de separación cobran otro significado. Sin embargo, no existen estudios relevantes que permitan conocer las características del mercado de reciclados en la Argentina. Aun menos en el entorno local. Según algunas opiniones 20 (Briones, 2012), el mercado del plástico tipo PET reciclado –que se utiliza en botellas de gaseosas, entre otros destinos– se encuentra muy desaprovechado: se reciclaría menos del 30 % de las 180000 toneladas anuales que se utilizan. En esta instancia también cabe mencionar el rol de los recuperadores urbanos en la GIRSU. En la mayoría de las medianas y grandes localidades argentinas existen recuperadores —cartoneros o cirujas– que viven y trabajan de los residuos que recolectan, de manera informal o formal –es decir, en un marco de articulación, aunque fuera mínima, entre ellos y el municipio u otras organizaciones, generalmente a partir de su inclusión en cooperativas de trabajo–. En muchos casos, lo hacen en condiciones insalubres y de gran exposición para su seguridad personal y la de sus familias. Además, se encuentran en gran desventaja para la fijación del precio de los materiales que recolectan frente a los acopiadores –depósitos que funcionan como intermediarios con la industria de materiales reciclados– que poseen mayor volumen y capacidad de negociación.

La inclusión dentro de la GIRSU de la etapa de reinserción en el mercado o la industria redundaría en la consecución de un marco de contención y regularización de su situación, de manera de asegurar que el eslabón más vulnerable de la cadena cumpla plenamente con su importante función dentro del ciclo de la GIRSU y que también se respeten sus derechos como trabajadores.

CREACIÓN DE UN VERTEDERO CONTROLADO

Vertederos controlados:

Son agujeros en los que se compacta e impermeabiliza tanto el fondo como los laterales. En estos vertederos la basura se coloca en capas y se recubre todos los días con una delgada capa de tierra para dificultar la proliferación de ratas y malos olores y disminuir el riesgo de incendios.



- ***FUNCIONES DE UN VERTEDERO CONTROLADO:***

La principal función de los vertederos controlados es la *eliminación de residuos complejos en condiciones tales que se minimizan o desaparecen los posibles efectos negativos sobre el entorno*. Aunque las sustancias vertidas no se pueden aprovechar, se consigue la degradación de la materia orgánica que posibilita el aprovechamiento de los gases generados y la futura reutilización de la zona, principalmente como zonas de recreo.

- ***CARACTERÍSTICAS GENERALES DE UN VERTEDERO CONTROLADO:***

Las características de los vertederos dependen de los métodos de funcionamiento y gestión de los mismos, así como de las características generales (vías fluviales, masas de agua y zonas agrícolas o urbanas; existencia de aguas subterráneas o reservas naturales, condiciones geológicas e hidrogeológicas; riesgos de inundaciones, hundimientos, movimientos de tierras o aludes; protección del patrimonio cultural de la zona donde se van a asentar) y considerar las distancias que hay entre el límite del vertedero y las zonas residenciales y recreativas.

Para preparar la zona de vertido es necesario realizar una serie de operaciones que permitan dejar el terreno en condiciones de recibir los residuos. Básicamente, estas operaciones y sus características son las siguientes:

– ***Limpieza:*** es la eliminación de todos aquellos impedimentos que obstaculizan el paso de máquinas y equipos (matorrales, árboles, muros, etc.).

– ***Adecuación:*** preparación del terreno para darle la geometría deseada y preparación de la superficie para adecuarla al grado de impermeabilidad exigido por la normativa, en función del tipo de residuos a recibir.

- **Accesos:** se construyen caminos de acceso que permitan el paso de vehículos de recogida en cualquier época del año.
- **Vallado periférico:** impide el acceso de animales y personas.
- **Balanza:** es necesaria para conocer de forma precisa los residuos que aportan al vertedero cada uno de los municipios a fin de poder repartir los costes.
- **Servicios:** cada vertedero debe disponer de una serie de servicios auxiliares, como son los de agua, luz y teléfono.
- **Red de desviación de pluviales:** las aguas de escorrentía superficiales no pueden ni deben entrar en el área de vertido, pues a lo único que llevaría es a aumentar la producción de lixiviados; por ello, deben ser desviadas mediante la construcción de canales abiertos situados en la zona más elevada y rodeando todo el área de vertido. Cuando por características de la zona (pendientes y cuencas) el agua penetra en el vertedero, se realiza una canalización por la parte subterránea del emplazamiento, volviendo a salir al cauce normal una vez traspasada la zona de vertido.
- **Pantalla ecológica y vegetal:** todos los vertederos deben llevar una barrera ecológica formada de tierra y árboles, con el fin de reducir el impacto visual y reducir los posibles olores generados en el vertido.
- **Sistema de recogida y tratamiento de lixiviados y gases (biogás):** sobre la superficie preparada de cada vaso de vertido y antes de depositar los residuos se debe disponer una capa de drenaje que recoja los lixiviados y los canalice, mediante una red de tuberías, a un depósito de almacenamiento para su control y posterior tratamiento antes de su vertido, si fuese preciso. Para la conducción de gases y lixiviados se utilizan gravas, geotextiles y georredes. Para el aislamiento se emplean arcillas naturales, aislantes arcillosos geosintéticos y geomembranas. Las características de algunos de estos materiales sintéticos son:
 - **Geotextiles:** fibras de polipropileno o poliéster de alta permeabilidad, que se emplean para la protección de geomembranas y filtración de lixiviados.
 - **Georredes:** redes porosas de polietileno de alta permeabilidad, que se utilizan como capas de drenaje de lixiviados y gases, como alternativa a capas de arena o grava. Suelen ir adheridos a un geotextil para evitar que se tupan.

– **Aislantes arcillosos geosintéticos**: combinación de arcilla (bentonita) y un material geotextil, formando capas de 1 cm de grosor. Baja permeabilidad. Se emplean como alternativa a las capas de arcilla compactada.

– **Geomembranas**: láminas plásticas de polietileno, PVC, poliamidas o poliestireno, flexibles de baja permeabilidad.

– *Diseño del sistema de explotación.*

– **Compactación “in situ”**:

Se produce como consecuencia de la circulación de la maquinaria encargada de distribuir los residuos y extender la capa de tierra que se utiliza como recubrimiento.

Este sistema presenta como ventajas la reducción del volumen de los residuos y un menor asentamiento del relleno.

Los inconvenientes proceden de la insuficiente compactación, que impide que los camiones de recogida puedan circular por encima de los residuos depositados. Por otra parte, es necesario realizar la cubrición diaria con tierras, para evitar la dispersión por el viento de plásticos y papeles y la proliferación de roedores. Una vez hecha la cubrición, ya no penetra más oxígeno; su agotamiento lleva al desarrollo de procesos anaerobios, con lo que se alarga mucho la descomposición de la materia orgánica, aunque posibilita el aprovechamiento energético de los residuos recogiendo el gas producido por su descomposición.

– **Trituración previa**:

Antes de depositar los residuos en el vertedero se realiza una trituración de los mismos en instalaciones aparte, llegándose a la obtención de pequeños fragmentos. De esta forma se obtiene una masa más homogénea y con menores huecos, aumentando la densidad del relleno. Si el tamaño de los fragmentos es demasiado pequeño, la compactación puede ser tan alta que la aireación es prácticamente imposible, produciéndose preferentemente degradaciones anaeróbicas con formación de bolsas de gas. Por el contrario, si los fragmentos son muy grandes, puede no reducirse de forma significativa el volumen total ocupado por los residuos.

No es necesario proceder al recubrimiento diario, realizándose cuando se clausura el vertedero. Esto es una ventaja importante al poder prescindirse del material de cobertura. Además, se reducen las infiltraciones al suelo y se consigue más fácilmente la estabilización del suelo.

No obstante, el sistema tiene el inconveniente que depende de una planta de trituración que consume energía y requiere un cuidadoso sistema de explotación. Y, en cualquier caso, es necesaria una zona especial para aquellos residuos que no se pueden triturar.

– **Trituración y compactación “in situ”:**

La técnica se basa en la compactación con desgarre simultáneo de los residuos con la utilización de máquinas especiales. El procedimiento que se lleva a cabo es extender los residuos en capas finas para permitir la degradación aerobia, lo que obliga a mantener una superficie de vertido muy extensa.

La densidad de compactación alcanzada permite que los camiones recolectores puedan circular con facilidad por el propio vertedero, simplificando la operación de extendido. Por otra parte, es difícil el aventamiento de papeles y plásticos y no se producen olores, no siendo entonces necesario disponer de material de recubrimiento diario.

• ***RECUPERACIÓN DE VERTEDEROS:***

Un vertedero solo se podrá considerar sellado cuando las autoridades competentes realizan una inspección final *in situ*, evalúan todos los informes presentados y comunican a la entidad explotadora su aprobación para el cierre. Después, la entidad será responsable de su mantenimiento, vigilancia y control durante el plazo que exijan las autoridades competentes.

También será responsable de la vigilancia y análisis de los gases y lixiviados del vertedero y del régimen de aguas subterráneas en las inmediaciones del mismo.

Una vez que se acaba la vida útil de un vertedero, es importante considerar la recuperación de la zona que ocupó. Esta recuperación se debe de hacer con todas las garantías ambientales.

El proceso consiste en una serie de pasos:

– Realización de un estudio detallado del lugar, para poder redactar correctamente el proyecto de sellado, ya que cada vertedero posee unas características específicas.

– Redacción del proyecto de sellado.

– Una vez rematada la vida útil del vertedero se sigue realizando un control de acceso, con el fin de evitar nuevos vertidos.

– Acondicionamiento de las superficies de vertido.

- Cubiertas de sellado, utilizadas como barrera para aislar los residuos, evitar la filtración de las aguas fluviales y cerrar el paso de la salida de los gases evacuados a través del sistema de extracción de los gases. Incluye la revegetación de la superficie.
- Control de las escorrentías superficiales, para reducir la infiltración del agua de escorrentía que fluye hacia el vertedero y disminuir la producción de lixiviados.
- Control de la extracción de lixiviados, colocando sistemas de drenaje que conduzcan los lixiviados a las balsas de almacenamiento.
- Control de la extracción de los gases, ya que algunos vertederos pueden ser necesarios para evitar la migración incontrolada de los mismos.
- Medidas de protección, para evitar posibles afecciones en otras zonas.
- Tratamientos de residuos y suelos, ya que se debe acondicionar el lugar de forma adecuada y pensando en su revegetación y recuperación ambiental.

BENEFICIOS DE LOS VERTEDEROS:

Es la última opción, para aquellos residuos que no pueden ser utilizados, reciclados, ni valorizados de otra forma, así como para los rechazos de los sistemas de tratamiento (compostaje e incineración).

INCONVENIENTES DE LOS VERTEDEROS:

- Emisiones de biogás (CH₄ y CO₂, básicamente).
- Polvo y olores.
- Filtración de lixiviados de sales, metales pesados, compuestos orgánicos persistentes y biodegradables en aguas subterráneas o ríos.
- Acumulación de sustancias peligrosas en el suelo.
- Ocupación del suelo.
- Posible contaminación y acumulación de sustancias en la cadena trófica.
- Ruidos.
- Proliferación de la fauna asociada a este tipo de lugares (roedores, insectos, gaviotas,...)
- Dispersión de residuos y polvo.
- Incendios, debido a la formación del biogás.

- Esguerrimiento de tierras de residuos inestables.
- Daño a la salud humana y a la flora y fauna de los alrededores.

Visión de Limpieza de Residuos Sólidos Urbanos



Fuente: CIPPEC.

MATRIZ DE DECISIÓN

Se utilizará *matriz de decisión* para la selección de una de las alternativas antes descritas. Los criterios analizados en cada una son los siguientes:

- **Beneficio Ambiental:** se refiere a la mejora ambiental del entorno afectado una vez implementada la alternativa, teniendo en cuenta además la prevalencia en el tiempo de la solución alcanzada.
- **Beneficio Social:** se refiere a los beneficios asociados a las actividades de recuperación de materiales potencialmente reciclables (creación de puestos de trabajo, capacitaciones), como así también a los aspectos vinculados a las relaciones entre vecinos de los lugares afectados.
- **Costo Inicial:** se refiere a la inversión inicial necesaria para poder adquirir los bienes de uso, consumo y servicios ante la puesta en marcha de la alternativa, contemplando además todo aquel bien o servicio que debiera incorporarse a fin de la ejecución inicial.
- **Disponibilidad de recursos:** refiere a la posibilidad de adquirir recursos, materiales, etc., en un tiempo prudencial a fin de comenzar a implementar la alternativa escogida.
- **Costos de Mantenimiento y Operativos:** se refiere a los costos de mantener los bienes de uso, reposición de bienes de consumo y servicios asociados a las acciones

desarrolladas luego de la puesta en marcha de la alternativa escogida, como así también a los gastos asociados a las operaciones necesarias luego de la puesta en marcha de la alternativa escogida.

- **Modificación Urbanística:** se refiere a la evaluación del efecto relacionado al impacto visual, como así también sobre las condiciones de circulación y planificación urbana.
- **Efectividad:** se refiere a la obtención de la solución de la problemática en el corto plazo, valorizando la solución de mayor durabilidad en el tiempo.
- **Personal:** se refiere al número de personal calificado y no calificado a incorporar que requiere la implementación y desarrollo de la alternativa escogida.
- **Sustentabilidad:** que sea sostenible económica y ambientalmente en el tiempo.
- **Cambio cultural:** implica instalar un cambio en los hábitos, cultura de las personas, es de la manera que se puede lograr que se implemente y perdure en el tiempo.
- **Educación Ambiental:** previo a la implementación de diferentes etapas es necesario la explicación a los diferentes actores de la sociedad como se deberán realizar diferentes actividades. Es por ello que se deben transmitir formas de proceder y conceptos ambientales.

Se valora en la escala del 1 al 10 el impacto positivo en la ciudad que tiene cada una de las dos alternativas.

Tabla 2: Matriz de decisión

FACTORES	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2
Beneficio Ambiental	9	5
Beneficio Social	9	3
Inversión Inicial	5	8
Disponibilidad de Recursos	6	6
Costos de Mantenimiento y Operativos	3	5
Modificación Urbanística	4	4
Efectividad	7	4
Personal	8	6
Sustentabilidad	5	6
Cambio Cultural	6	5
Educación Ambiental	8	7
	70	59

Considerando los resultados de la Tabla N°1, que surgen de evaluar y ponderar cada uno de los ítems mencionados precedentemente, la alternativa seleccionada es la N°1, correspondiente a la implementación de un *Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos* para la ciudad de Colonia Elia.

6. DESARROLLO

Luego de analizar dos alternativas posibles para solucionar la problemática de los Residuos Sólidos de Colonia Elía y valiéndonos de una matriz de decisión con factores ponderados, se decidió la implementación de *un Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos*, el cual constará de una planta de clasificación y requerirá que se implemente una recogida diferenciada de los residuos domiciliarios, para lo cual será necesario realizar campañas de educación medioambiental para los habitantes de la localidad en cuestión.

De acuerdo a información suministrada por el municipio, los RSU de Colonia Elía pueden agruparse de la siguiente manera:

Orgánicos	Restos de comidas, industria alimenticia, podas de jardín, etc.
Plásticos	Proviene de envases de un solo uso, envoltorios y embalajes (botellas de PVC o PET, bolsas de polietileno, bandejas, etc.).
Papel y cartón	Empaques, diarios y revistas
Vidrio	Conservas de alimentos y bebidas, aislamiento, etc.
Metales	Latas, fabricadas con hierro (Fe), zinc (Zn), hojalata y aluminio (Al), chatarra, elementos utilizados en construcción

Como puede observarse, si bien Colonia Elía es un municipio chico, con alrededor de 3.000 habitantes, los tipos de residuos son similares a los de ciudades más grandes, lo que varía es el volumen generado.

La mayoría de estos elementos requieren un tiempo de degradación natural muy grande y en ocasiones es nulo, un volumen de relleno sanitario alto; pensar en incinerar no se justifica por el altísimo costo económico que genera este proceso y los efectos atmosféricos que ocasiona. Por todo lo dicho anteriormente es que se decidió elaborar un Plan de Gestión Integral de RSU, sabiendo que es la tendencia actual, que existe un compromiso por parte de las entidades gubernamentales a nivel provincial y nacional para que se sigan este tipo de estrategias, que puede dar lugar a la creación de muchos puestos de trabajo, algo muy requerido en la localidad, a través por ejemplo del reciclado y compostaje, como también de la operatividad de la planta de selección.

DATOS: se generan RESIDUOS DE PODA 10 m³ verde en un mes de otoño Y CHATARRA 3m³/500 kg cada 60 días

Se llevarán a cabo acciones necesarias para la construcción de la planta de tratamiento y relleno sanitario, desde el saneamiento del terreno para ejecutar construcciones, mejora de la vía de acceso al interior del relleno, cerco perimétrico del terreno, ambientes para la segregación de los residuos a reciclar, ambientes administrativos, plataforma de segregación y la apertura de cavas para la disposición final de los residuos sólidos, también considera la adquisición de maquinaria, herramientas y vestuario adecuado para la operación en el relleno sanitario.

Por otra parte resulta vital llevar encargar campañas educativas, informativas y de concientización.

La planta de tratamiento y disposición final distingue tres componentes o ejes de trabajo:

- 1) Instalaciones** para la **separación y acopio** de los materiales comercializables presentes en el residuo Inorgánica
- 2) Instalaciones** para la realización de **Compost** a partir del residuo orgánico
- 3) Relleno sanitario** para la **disposición final** del material no reciclado.

Los residuos ingresan a la planta de tratamiento de manera diferenciada, en ella se realizan tres procesos fundamentales.

- Tratamiento del Residuo Inorgánico

Se selecciona y recupera el material comercializable, se dispone en depósito adecuado a sus características, previo prensado (exceptuando el vidrio).

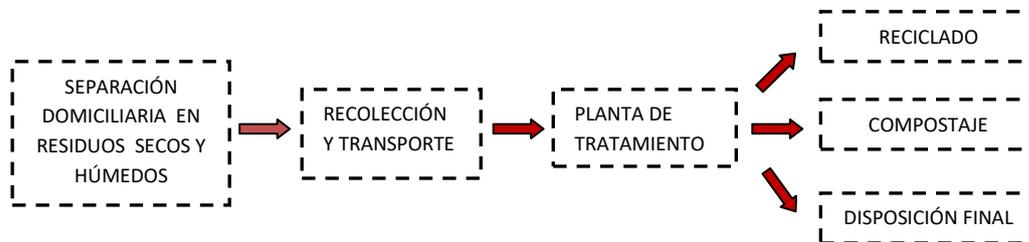
- Tratamiento del Residuo Orgánico

Se dispone un área para la elaboración de Compost a partir del material orgánico que arriba a la planta

- Disposición del Residuo Remanente

El residuo inorgánico que no es recuperado para su reciclaje es dispuesto en las cavas de disposición final sanitaria.

ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO DEL PLAN



CAMPAÑAS DE COMUNICACIÓN Y CONCIENTIZACIÓN

Con la finalidad de sensibilizar y concienciar tanto a los trabajadores de la obra, como a los pobladores de los alrededores sobre aspectos propios del manejo de residuos sólidos, se proponen programas de capacitación y educación ambiental, a fin de:

- Implementar una clasificación en origen de los residuos sólidos, separando los residuos orgánicos de los inorgánicos en bolsas de distintos colores.
- Preservar limpia a la ciudad de Colonia Elia. Deberá realizarse de forma simultánea con la de clasificación en origen (por supuesto previamente será necesario proveer a toda la ciudad de cestos y otros tipos de contenedores estandarizados para que la población pueda cumplir con ambas campañas).
- Realizar capacitación municipal hacia el sector social que vive de la basura, para que pueda incorporarse al circuito de producción dentro de la planta de tratamiento.
- Efectuar capacitación organizacional del área designada por el municipio para poder llevar a cabo las tareas inherentes a la gestión del tratamiento de los residuos sólidos urbanos, desde su recolección, transporte, clasificación, producción y comercialización de lo generado.

Las actividades educativas que se desarrollen en torno al proyecto son las siguientes:

- Convocatoria a todos los grupos de interés al desarrollo de los programas de capacitación y educación ambiental.
- Desarrollo de eventos para congregar población de manera masiva, de modo que los programas alcancen a la mayor cantidad posible de personas.

- Programas y campañas dirigidas a la población para concientizar sobre la generación de residuos sólidos.
- Programas y campañas para promover el conocimiento y conservación de entornos urbanos (zonas verdes, espacios públicos)
- Programas de sensibilización y orientación al consumidor sobre la recolección selectiva de residuos (vidrio, papel, pilas, entre otros), así como la reducción en origen, la reutilización y recuperación de los mismos.
- Creación de material para la educación ambiental específico para niños. La elaboración de material para la educación ambiental en las aulas se coordinará con la escuela primaria y secundaria que apoyen a través de coordinadores y difusores de conocimiento.
- Se implementará un programa de actividades de participación ciudadana para la formulación, presentación y absolución de las observaciones por parte de la ciudadanía, para lo cual será necesario:
 - Realización de entrevistas y reuniones con representantes del Municipio.
 - Se efectuarán reuniones y talleres con los representantes de la comunidad con el fin de presentar las informaciones respecto a las actividades que se realizarán para la ejecución del proyecto, los beneficios, consecuencias de las mismas y sus medidas de mitigación.
 - Elaboración y confección de material visual, en soporte gráfico, para difundir las características y bondades del proyecto.
 - Evaluación de consultas, quejas y sugerencias de la comunidad.
 - Implementación de medidas que satisfagan los puntos discordantes, e integrar las mejoras necesarias para el desarrollo del proyecto

LINEA DE BASE AMBIENTAL

La línea de base ambiental comprende el conocimiento e identificación de los aspectos físicos, biológicos y socioeconómicos del área de influencia del proyecto. Es importante indicar que el proyecto contempla el emplazamiento de un complejo integral de tratamiento y disposición final de residuos sólidos del ámbito municipal.

Según clasificación INTA, Colonia Elía corresponde a la SUBZONA VII D Denominación local: Región sur-este Superficie: 1.190.225 ha - 16 % de la superficie provincial Localidad de referencia: Concepción del Uruguay - Gualeguaychú

Clima templado, húmedo de llanuras, planicies abiertas sin restricciones o la influencia de los vientos húmedos del nordeste, al accionar de los vientos secos y refrigerantes del sudoeste y los vientos del sudeste de aire frío saturado de humedad que dan lugar a semanas enteras de cielo abierto, lluvias y temperaturas estables. La provincia de Entre Ríos se encuentra ubicada dentro de los climas de dominio atlántico y la mayor parte de su territorio incluyendo la zona que nos ocupa, corresponde al clima templado húmedo de llanura. Los datos correspondientes a la estación INTA Concepción del Uruguay periodo, periodo 1981/ 90 publicado por el Servicio Meteorológico Nacional (SMN 1992) permiten conocer algunas características más importantes del lugar.

Temperatura: El régimen térmico es templado, la temperatura media anual es de 18°C, con máximas en enero/febrero y mínimos en junio /julio. **La precipitación media anual es de 1095 mm con un periodo invernal más seco.**

Vientos: La velocidad media anual del viento es del orden de los 9.7 km/h con escasa variación a nivel mensual. Los valores máximos alcanzados fueron ráfagas de 95 km/h de dirección N-NE (diciembre de 1998), aunque el número de días con vientos con intensidad mayor a 43 km/h ha sido sólo de 8 en la década considerada, los vientos predominantes son los del cuadrante NE-E-SE, con mayores intensidades en primavera verano.

Geomorfología y Geología: A escala provincial, el relieve entrerriano es mayormente de llanura, levemente y con una pendiente general norte sur. El paisaje típico de lomadas se caracteriza por elevaciones suaves y redondeadas cuya continuidad se interrumpe por el valle del Río Uruguay. El paisaje actual ha evolucionado a partir de diversos depósitos sedimentarios relativamente recientes, acumuladas bajo distintas circunstancias paleo climáticas-geológicas. Las alturas son del orden de los 100 m sobre el nivel del mar.

De acuerdo a la Regionalización Ecológica de la República Argentina (INTA, 1962) que presenta un criterio de regionalización básicamente geomorfológico, perfeccionado por el aporte de las regiones hídricas y climáticas, la vegetación y los suelos en esta región del río Uruguay es la siguiente:

Suelos: En términos generales la región se caracteriza por una asociación de suelos arenosos diferenciados, resultados de la génesis sobre distintos materiales. Son suelos arenosos, pardos y rojizos, sobre subsuelos arcillo-arenoso, moderadamente drenados y ácidos. Ello le confiere

facilidad para la labranza aunque con cierta práctica de manejo adecuado para conservar su estabilidad. Sobre los valles de los tributarios del río Uruguay se localizan suelos típicos de los arroyos. Según el INTA (1993), en forma paralela a la costa del río y sobre las terrazas aluviales se ubican suelos arenosos rojizos profundos, influyentes con erosión actual leve y una erosión potencial leve a moderada, con déficit hídrico muy grave de noviembre a abril y leve de mayo a octubre. Estas terrazas del río, con suelos profundos, arenosos o arenofrancos, muestran una escasa diferenciación de horizontes, con bancos de gravas y cantos rodados. En forma subyacente, se presenta una capa de sedimentos penetrable por las raíces, con mayor capacidad de retención de agua y fertilidad, Corresponden a establecimientos con fragmentos de selva residual, uso citrícola y forestal.

Vegetación:

Ambientes terrestres. Siguiendo la caracterización de Regiones Naturales (Daniele y Natenzon, 1994) adoptada en el Diagnóstico del Sistema Nacional de Áreas Naturales protegidas de la Administración de Parques Nacionales, Colonia Elia se ubica sobre la subregión de los Pastizales Entrerrianos, diferenciada del resto de los pastizales Pampeanos por su clima más húmedo y cálido, relieve menos plano y la presencia de especies leñosas provenientes de bosques xerófilos, algarrobo y ñandubay. La vegetación natural estaba representada por gramíneas formando praderas de Stipa, Aristida, Poa, etc., con arbustos y semiarbustos entre los cuales se destacan numerosos Bacharis, en mayor abundancia que en la región bonaerense. Esta unidad adquiere identidad propia por los numerosos cursos de agua que la recorren y por la presencia de sabanas de ñandubay (Prosopis alparrobia). En el estrato arbóreo se destacan el ibirá-pitá (Peltophorum dubium), lapacho (Tabebuiaipé) y otras especies.

Ambientes acuáticos. En los sectores litorales de interface, es posible encontrar vegetación arraigada como los pajonales de Scirpus giganteus y/o Cyperus giganyeus, los totorales de Typha spp, frecuentemente acompañadas por espadañas; los carrizales (comunidades herbáceas colonizadoras) dominadas por Panicum prumosum o Panicum prionites. En las zonas permanentes anegadas, son comunes los juncales que proveen de sustento a especies flotantes enraizadas (Ludwigia peploides, Myriophyllum brasiliense, Leersia hexandra) y especies flotantes libres. En la vegetación flotante, las especies como helechitos de agua (Salvinia auriculata y Azolla caroliniana) son generalmente de escasa importancia en sectores

de escasa corriente o remansos del río Uruguay. Ocurren en asociación con juncales y otras especies fijas en las áreas con niveles de aguas estables. Así, las diferentes especies de camalotes o Jacinto de agua (*Eichhornia* sp, *Pistia stratiotes*) el aguapey (*E. crassipes*), etc., aparecen muy raramente. Esto es una diferencia significativa con el río Paraná. La vegetación acuática sumergida presenta ejemplares *Ceratophyllum demersum*, *Potamogeton striatus*, la “peste de agua” (*Egeria* sensa), *Cabomba australis*, *Naias* sp y *Utricularia foliosa* entre las plantas vasculares.

Fauna:

Ambientes terrestres. El alto grado de transformación de los agros sistemas del entorno y la inserción urbana de las obras, limitan su influencia sobre la fauna silvestre estrictamente terrestre. Con mayor dignificación se evidencia la fauna asociada a los ecosistemas litorales o de humedad. Los anfibios están representados por varias especies de ranas, ranitas y sapos, bastantes abundantes en el Río Uruguay. Los reptiles están representados por diversas formas.

Las aves están muy representadas y son el grupo de vertebrados superiores más abundantes. Las especies más sensibles son aquellas cuya continuidad está estrechamente asociada a la conservación de la selva o bosque marginal. Entre las especies acuáticas más comunes se encuentra la cigüeña, la garza mora (*ardea cocoi*), la garcita azulada (*Butorides striatus*), la garcita blanca (*Egretta thula*). También se registran varias especies de patos, Otras aves frecuentes son macás comunes (*Rollandia rolland*), el macá de pico grueso (*Podilymbus podiceps*), el biguá (*Phalacrocorax olivaceus*), la gallineta común (*Rallus rytirhynchus*), el ipacaá, biguá víbora. Sobre los sectores mejores conservados del área periurbana es posible encontrar zorrinos (*Conepatus* sp) y hurones (*Galtitis cuja*), peludos y mulitas, comadrejas (*didelphis albiventris*), murciélagos, molosos y vampiros (*Desmodon rotundus*), ciervo de los pantanos (*Blastorcerus dichotomus*) Los roedores presentan tres familias principales. A los Cricétidos, pertenece la “rata de agua chica” que causa daño a los árboles frutales y sauces; a una segunda pertenecen los “guiya”, “coypu” o nutria criolla (*Myocastor covprus*). Deben mencionarse los roedores sinantrópicos, introducidas por las actividades humanas en las instalaciones urbanas, muchas veces portadores de parasitosis.

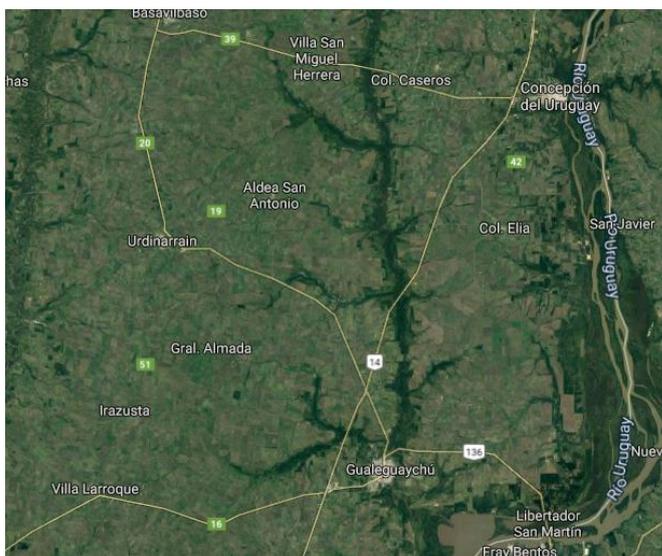
CARACTERIZACIÓN DE COLONIA ELIA

Colonia Elia es un municipio ubicado entre los distritos Tala y Potrero del Departamento Uruguay, en el este de la provincia de Entre Ríos, República Argentina.

El ejido del municipio comprende la localidad del mismo nombre y un área rural. Se encuentra a 230 km en línea recta de la ciudad de Paraná, capital de la provincia.

Coordenadas: 32°40'17"Sur 58°19'31.2"Oeste

El ejido limita por norte con la junta de gobierno de Santa Ana hasta intersección con el arroyo del Tala, por éste, lindando con el ejido de Concepción del Uruguay, hasta confluencia con el arroyo del Chanco, por éste hasta una línea que sigue hasta la intersección con el Río Uruguay. Al este limita con ese río hasta el límite con el departamento Gualeguaychú. Por el sur limita con ese departamento hasta su intersección con el río Gualeguaychú. Por el oeste limita con ese río hasta su intersección con la Ruta Nacional 14, siguiendo por esa ruta y por líneas divisorias hasta lindar con la junta de gobierno de «Colonia Los Ceibos».



ACTIVIDADES ECONOMICAS

La principal actividad económica de Colonia Elia está determinada por establecimientos agropecuarios y ganaderos de diferentes escalas.

Instituciones educativas (Escuela Primaria y Colegio Secundario), deportivas (Club Atlético Colonia Elía, Sociedad Deportiva Boca Juniors), de salud(sala de primeros auxilios “La Delfina”) y de gobierno se cuentan como actividades complementarias que hacen a la organización de la ciudad.

¿Cómo implementar el Plan?

PASO 1: Separación de Residuos. Necesidad de capacitarnos

El primer paso para la implementación de un Plan de Gestión Integral de RSU es concientizar a los vecinos sobre la necesidad de realizar una separación de residuos domiciliarios en secos y húmedos, explicarle cuál es el destino de los residuos una vez recolectados de su domicilio, que se hará con la fracción no recuperable, etc. Para esto se deberá establecer un cronograma de actividades de educación medioambiental y contar con el apoyo de instituciones de prestigio tales como la UNER,INTI, INTA.

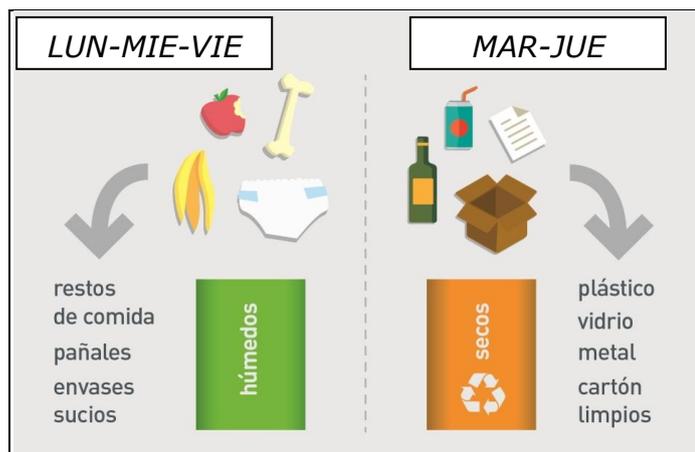
La idea es realizar charlas talleres de manera previa a la creación de la Planta de Tratamiento, de modo que los vecinos se vayan familiarizando con la separación domiciliaria de sus residuos y una vez que la planta se ponga en funcionamiento, el mecanismo de separación domiciliaria esté aceitado.

También hacer visitas puerta a puerta, de manera que aquel vecino que por alguna razón no pudiera participar de los talleres de capacitación pueda disponer de la información otorgada. Esto se realizaría con personal municipal, el cual deberá ser capacitado previamente para tal fin.

Es fundamental que en las capacitaciones se les explique a los ciudadanos que más allá de que luego se vuelva a realizar una inspección y separación en la Planta, su aporte es vital para lograr un mejor subproducto y de esta manera contribuir a la valorización de los residuos.

Como mencionara en párrafos precedentes, uno de los ejes centrales de las capacitaciones será el de mostrar que deberán hacer una diferenciación entre residuos secos y húmedos y establecer los días y horarios en que los camiones recolectores realizarán la recogida y enfatizar en el hecho de que su aporte es vital para lograr el éxito del plan.

Para ello puede valerse de un imán para la heladera, que muestre qué elementos constituyen cada categoría y cuáles son los días que se retiran de los domicilios.



❖ Residuos Secos:

Se denomina a todo tipo de residuo inorgánico generado en los domicilios, que no tuvo contacto con otros residuos húmedos o previamente a ser residuos han tenido contacto con humedad. Por ejemplo; PET, Papel, Cartón, Vidrios, Plásticos de diferentes tipos, etc. Se consideran materiales recuperables.

❖ Residuos Húmedos:

Se denomina residuo húmedo al que en su composición una vez dispuesto como residuos presenta signos de humedad, normalmente son los residuos orgánicos, restos de alimento, yerba, saquitos de té. También los packaging de diferentes productos si son de cartón o papel y se encuentran mojados pertenecen a esta clasificación.

Para realizar esta clasificación en origen se necesitarán dos recipientes diferentes los cuales contendrán por un lado lo seco y por otro lo húmedo para luego ser recogido por el sistema de recolección de residuos.

Paso 2: Proceso de recogida de RSU

Los días lunes, miércoles y viernes, el camión recolectará los residuos húmedos de las puertas de los domicilios, en el horario de 7 a 13 hs. Lo mismo hará los martes y jueves con los residuos secos.

Una vez completo el recorrido, se dirigirá a la Planta de Tratamiento, realizará el ingreso y descarga de los residuos del día en el playón de descarga para luego proceder a la limpieza del vehículo en las instalaciones del complejo de la Planta.

En este punto es vital que los recolectores hayan sido previamente capacitados acerca de la importancia de recoger los residuos correspondiente al día, es decir si corresponde residuos secos, por ninguna circunstancia recolectar residuos húmedos, ya que esto contribuirá al

entorpecimiento de las tareas siguientes, como así también a que los vecinos desestimen la tarea de selección por considerarla inútil.

Paso 3: Transporte

La situación actual como mencionara anteriormente es que la recolección de los residuos está a cargo de una Cooperativa que se encarga de trasladarlos a un municipio vecino, sin diferenciación, lo cual por un lado produce costo de contratación de la Cooperativa, como así también se desaprovecha la oportunidad de conseguir un producto con valor para ser comercializado como residuos reciclado o compostado, según corresponda.

A partir de la implementación del Plan, la recolección estará a cargo de la Municipalidad y se realizará de manera diferenciada los días y horarios mencionados anteriormente.

Paso 4: Planta de tratamiento de RSU

Una vez arribados los RSU a la planta de tratamiento se procederá a la clasificación. El objetivo es analizar el contenido del material entrante que llega allí con la opción de **separar las fracciones recuperables** y prepararlas para la comercialización. Los materiales no separados se preparan para enviarse a disposición final. Disponen de una combinación de procesos de selección mecánicos o automatizados y procesos manuales.

Paso 5: Disposición final del material no reciclado

El objetivo es confinar los residuos sólidos en la menor área posible, sin causar perjuicios al medio ambiente y sin causar molestias o peligros para la salud y la seguridad pública, para lo cual se construirán cavas impermeabilizadas con un sistema de recolección y tratamiento de líquidos lixiviados en humedal artificial.

La Impermeabilización de cavas se lleva a cabo con una combinación de geotextil y bentonita.

Se sugiere la utilización del método de relleno sanitario manual para poblaciones chicas que generan menos de 15 Tn diarias de residuos. En nuestro caso, suponiendo que sumáramos los residuos de localidades vecinas y totalizaran una población de 10.000, considerando que el promedio de generación de residuos es de 0.8 Kg/hab/día, esto nos daría 8 Tn diarias, por lo que estaríamos implementando esta metodología al comienzo para ir incorporando a medida que el presupuesto lo permita, maquinaria y herramientas que faciliten el trabajo humano y aseguran el grado de compactibilidad necesario para el correcto funcionamiento del relleno.

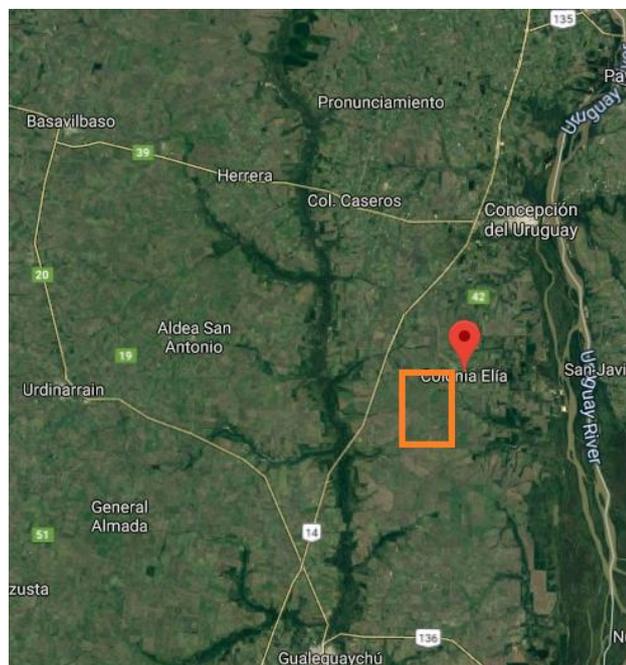
Los trabajos de mantenimiento se pueden hacer manualmente o con apoyo de maquinaria, dependiendo de la disponibilidad que vayamos teniendo (por ejemplo, excavación de cunetas manualmente o con retroexcavadora)

Los obreros del relleno sanitario realizan las siguientes actividades a mano: descarga, colocación, compactación y cubierta de los desechos, así como el mantenimiento de cunetas, construcción de chimeneas y drenajes de lixiviados, excavación de nuevos módulos etc.

La tecnología del relleno manual tiene sus limitantes, la compactación del material es menos eficiente, y por consecuencia, la estabilidad del cuerpo de basura no permite alturas elevadas. Esta situación resulta en la necesidad de un mayor espacio con el consecuente aumento en la producción de aguas lixiviadas. No obstante estas desventajas, resulta ser la solución más conveniente al principio para Colonia Elia.

PLANTA DE TRATAMIENTO

La planta de separación y tratamiento de RSU se localizará al suroeste de la ciudad, a unos 7000 mts del casco urbano, es un terreno de 8 has perteneciente al Municipio de Colonia Elia.



Infraestructura necesaria

- ❖ Acceso a la planta y caminos internos

- ❖ Cerco perimetral y forestación
- ❖ Depósito de herramientas y equipos
- ❖ Oficinas para administración
- ❖ Sanitarios / Vestuarios
- ❖ Playa de descarga de residuos
- ❖ Sector de la planta de separación:
 - Tolva de recepción de residuos
 - Área de clasificación
 - Depósitos de material
- ❖ Camas de compostaje
- ❖ Zona disposición final de compost (tamizado, almacenamiento)
- ❖ Cavas de vertido de materiales no recuperables.
- ❖ Sistema de tratamiento de lixiviados
- ❖ Instalación de Agua (Perforación)
- ❖ Electricidad
- ❖ Desagües cloacales de sanitarios
- ❖ Freatímetros

❖ ***Acceso a la Planta y Caminos internos***

A fin de poder tener un mayor control de la entrada y salida de los vehículos y personal la planta contará con un único acceso.

Los caminos internos se organizarán de manera tal que permitan la circulación de los camiones recolectores de basura, de aquellos camiones destinados a la recolección del material ya compactado para el traslado al sector de acopio y el traslado del material de rechazo a las cavas, garantizando el tránsito por ellos en cualquier época del año.

❖ ***Cerco perimetral y forestación***

Las cortinas de árboles poseen como principal objetivo atenuar vientos, temperaturas extremas, ruidos y filtrar partículas contaminantes u olores.

La forestación perimetral en esta área constará de pinos y eucaliptus, ambas especies reconocidas por tener un rápido crecimiento.

❖ *Depósito de herramientas y equipos*

Se deberá construir un galpón para guardar equipo, herramientas y materiales que sean de uso para la planta. El tamaño dependerá del equipo que se disponga, camionetas, maquinaria pesada y deberá tener en el frente un patio de maniobras lo suficientemente grande para poder recibir vehículos que vengan a descargar materiales al almacén. Deberá contar junto a él, con un área para el mantenimiento y limpieza de los equipos.

❖ *Administración y servicios*

Se construirá un bloque de servicios (vestuarios, cocina, sanitarios) conjuntamente con depósito de elementos de trabajo y oficina de administración. Contempla habitaciones para el eventual establecimiento de un sereno.

❖ *Sanitarios / Vestuarios*

Se prevé la construcción de un sanitario por cada 8 obreros, con 4 duchas y vestuarios para que los operarios puedan cambiarse para disponerse a comenzar con su labor diaria, como así también higienizarse una vez finalizada la misma.

❖ *Sector de la planta de separación*

La planta consta de cinco áreas de trabajo:

1. La zona de recepción de residuos
2. La línea de selección, mediante procesos mecánicos y manuales
3. La zona de prensado y embalaje
4. La zona de almacenamiento de materiales
5. Las oficinas.

1) **Zona de recepción de residuos:** los camiones llegan a la zona de recepción y allí son pesados. Estos camiones provienen de la **recogida selectiva**. Desde esta zona se alimenta la línea, desde donde se lleva a cabo la selección efectiva.

2) **Líneas de selección:** en esta sección es donde se conseguirá separar y clasificar los residuos que irán a reciclaje de los que no. ***Existen varias opciones de selección:***

- a) Selección manual: los residuos pasan a través de una cinta de manera continua. Los operarios van captando manualmente aquellos residuos que sean rápidamente identificados y fáciles de agarrar.

- b) Selección granulométrica: el objetivo de esta sección es separar los residuos por tamaños; esto se consigue gracias a un trommel, que es un cilindro de malla que va girando y posibilita que los residuos vayan cayendo.
 - c) Selección densimétrica: el objetivo de esta sección es separar los residuos por densidades; para conseguirlo se dispone de dos tipos de equipo, como son la captación neumática y el separador balístico
- 3) **Zona de prensado y embalado:** los productos clasificados y recuperados se embalan mediante prensas para facilitar y optimizar el transporte hasta las plantas de reciclaje.
- 4) **Zona de almacenamiento de materiales:** esta zona tiene por objeto almacenar los diferentes tipos de residuos prensados y embalados hasta conseguir una carga completa
- 5) **Zona de oficinas :** es el espacio habilitado para administración y control

RECEPCIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

Los camiones cargados llegan a la planta, se registran en la garita de entrada y se los identifica.

El encargado de la recepción tendrá a su cargo la responsabilidad de controlar el ingreso de los vehículos recolectores al relleno sanitario en los horarios preestablecidos y en ningún caso deberá aceptar residuos considerados como especiales y peligrosos, por ejemplo: -Cadáveres o partes de animales, -Residuos hospitalarios, materiales altamente combustibles o explosivos (Gasolinas, aceites, etc.), excremento o estiércol sin previa estabilización biológica, residuos de procesos industriales, residuos o materiales cuyo tamaño o peso excedan los límites y/o capacidades de los equipos utilizados para su manejo y disposición final, residuos de construcción, mantenimiento o demolición de obras civiles, partes y accesorios automotrices.

Residuos Inorgánicos

Una vez registrados, los camiones ingresan al predio y se dirigen hacia la Nave de Clasificación. Ubicado el vehículo en la rampa, vuelca sus residuos en la tolva localizada antes de la cinta de separación.

La cinta de clasificación se ubica, a nivel de piso, donde se encontrarán los operarios encargados de la selección manual del material en grupos según su naturaleza ubicándolos en

contenedores destinados para cada tipo que luego serán llevados directamente a depósito, apilándose allí para su posterior tratamiento fuera de la planta.

En la cinta transportadora los operarios rescatan y acopian por tipo de acuerdo al destino de la comercialización.

- **Cartón y papel:** son colocados en los contenedores para su posterior compactación y ubicación en depósito techado para su venta a empresas interesadas en el reciclaje.
- **Plásticos:** son separados de acuerdo a varios criterios (color, dureza, y calidad) enfardados y acopiados en depósitos.
- **Madera:** recuperada se almacena en un depósito para ser convertida en aserrín para adicionar al proceso de descomposición orgánica.
- **Pilas:** son separadas y almacenadas para su posterior tratamiento y disposición segura.
- **Vidrio:** almacenado en depósito externo, a granel, para su comercialización.
- **Rechazo:** dicho residuo es dispuesto en la cava y cubierto diariamente

El residuo que egresa de la cinta es el orgánico que no se dispone en las camas de compostaje.

❖ **Descripción del sector de clasificación**

Se instalará una planta para la clasificación y recuperación de los materiales en los residuos sólidos domiciliarios antes de su disposición final en relleno sanitario a los fines de reducir volumen de material dispuesto, aumentar la densidad del relleno y prolongar su vida útil, reducir la emisión de los gases de efecto invernadero, aprovechar materiales reciclándolos para otros usos, reducir la cantidad y calidad de los lixiviados. La planta de clasificación contará con elementos o lugar para desarmar las bolsas de residuos y elevarlos sobre cintas para la clasificación manual de los materiales inorgánicos.

Se construirá una rampa de hormigón donde subirá el camión que transporta los residuos a la planta y efectuará la descarga sobre una cinta transportadora elevada del nivel del suelo y paralela al mismo, esta será la encargada de trasladar la basura hacia un pulmón el cual evitara que todo el material descargado sea enviado directamente hacia el tromel y por lo tanto a los operarios, quedando de esta manera limitado por la velocidad de la cinta inclinada ,la cual es la encargada de transportar los residuos desde el pulmón hacia el tromel, esta última cinta contará con tacos, con la inclinación necesaria y será accionada mediante un motor eléctrico, pudiendo variar su velocidad según al volumen de basura recibido.

El siguiente proceso que tienen los residuos es en la criba rotativa o también llamada “tromel”, el cual es un cilindro de aproximadamente 1,50 m de diámetro, que contiene pequeños orificios de distintos tamaños y geometrías.

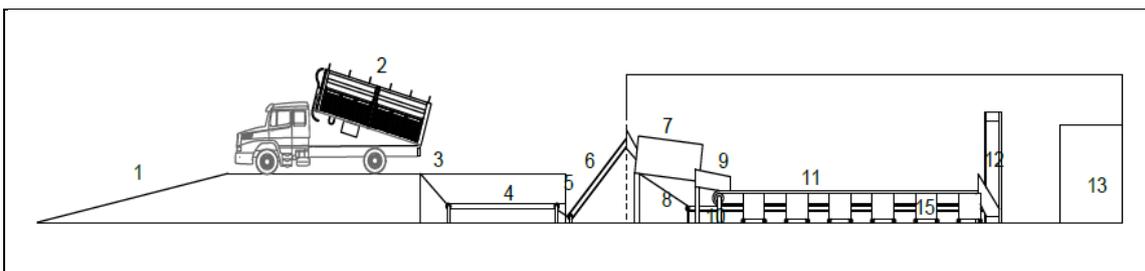
Luego de la criba rotativa o tromel se construirá una cinta transportadora donde se realizará la separación manual de los materiales reciclables. La misma será accionada mediante un motor eléctrico el cual tendrá la capacidad de variar su velocidad. Esta cinta contará con un ancho adecuado para que un operario promedio pueda alcanzar sin dificultad alguna el otro extremo de la misma. Además esta cinta se construirá con un largo suficiente para con esto poder lograr que la planta opere de manera modular, es decir, en caso de que más localidades deseen adherirse para llevar sus residuos a esta planta, esta pueda cumplir los requerimientos.

A lo largo de la cinta se realizarán estaciones de trabajo, en las cuales los operarios tendrán encomendadas las funciones de clasificación de los diferentes materiales, contando con diferentes depósitos o recipientes articulados, en los cuales se transportarán los materiales separados hacia la prensa. Las estaciones de trabajo serán determinadas por el volumen de residuos a recibir, pudiendo variar la velocidad de la cinta.

Una vez separados los distintos materiales se transportan mediante recipientes ya mencionados, dotados con ruedas, hacia la prensa para su posterior compactación y almacenamiento.

La prensa contará con un par de uñas y un sistema de amarre capaz de sujetar al carro para poder elevarlo y descargarlo sobre el pistón de compactación. La prensa será de accionamiento hidráulico y de fácil operación pudiendo ser accionada por cualquiera de los operarios de la planta contando con los debidos elementos de seguridad.

Esquema de la Planta de Clasificación (vista lateral)



REFERENCIAS:

1	Rampa de descarga
2	Camión
3	Fosa de descarga
4	Cinta de horizontal de arrime
5	Pulmón de descarga
6	Cinta de elevación
7	Tromel
8	Tolva de descarga de finos
9	Tolva de descarga hacia cinta de selección
10	Cinta de finos
11	Cinta de selección
12	Cinta de elevación final
13	Depósito de material compactado
14	Prensa
15	Contenedores de material seleccionado

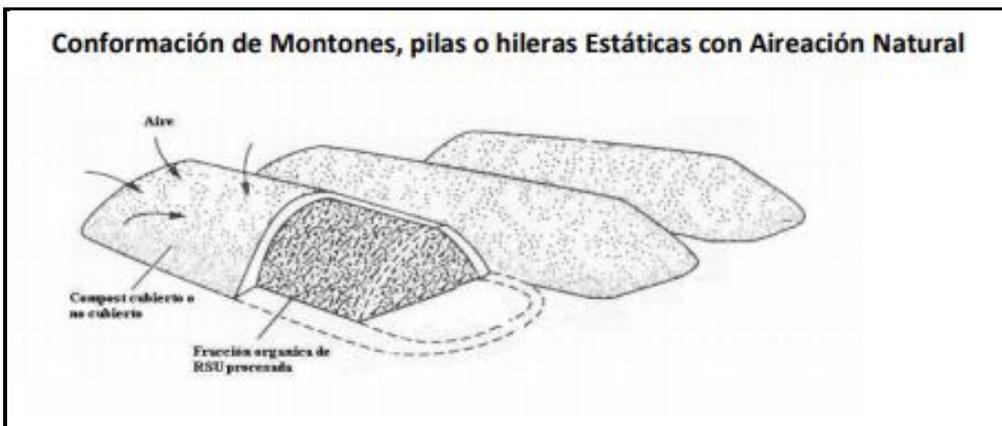
Residuos Orgánicos

Existen muchos tipos de tecnologías para la producción del **Compost**.

En nuestro caso se seleccionó el denominado **HILERAS ESTÁTICAS**, ya que es relativamente simple, y constituye el sistema más económico y más utilizado.

Los residuos son dispuestos en pilas de aproximadamente 1,5 metros de alto. Pasado el tiempo de estabilización, la pila es volteada una vez a la semana.

La disposición se realizará en tres playones porque son pilas en diferente estadio de maduración que requieren diversos tipos de tratamiento: aireación, humectación, tamizado, etc.



❖ **SECTOR DE COMPOSTAJE**

El acondicionamiento de la fracción orgánica obtenida de la planta de clasificación se realizará por medio de pilas. El tamaño de la fila y su diseño permiten la difusión del aire y el mantenimiento de la temperatura en los rangos apropiados. El tamaño óptimo varía con la composición de los materiales, el tamaño de partícula y el contenido de humedad. Si la fila es muy pequeña no alcanzará a elevar la temperatura adecuadamente, si es poco porosa y muy húmeda habrá procesos anaeróbicos, los que dificultarán la estabilización, ya que no permitiría el correcto desarrollo de los microorganismos fundamentales para el correcto proceso. El ancho de la base de la fila debe ser el doble de la altura y su largo acorde con la cantidad de residuos. Las alturas estimadas serán de 1,00 a 1,50 m, ya que mayores tamaños insumirían aireación forzada a fin de mantener las condiciones aeróbicas necesarias para la degradación. Por cada fila de ese tamaño se puede manejar 20 toneladas de residuo. Cada pila se cubre con compost estabilizado, paja o rastrojo seco a fin de evitar la propagación de olores y mantener las condiciones internas adecuadas al proceso. Se realiza un volteo de dos veces por semana durante las 10 primeras semanas a fin de mantener las condiciones internas de las filas. Este volteo asegura además la mezcla del material de cubierta, aumentando la porosidad del material, asegurando de esta manera el ingreso de aire. Asimismo será necesario regar para mantener las condiciones de humedad del material, eliminando al mismo tiempo los riesgos de incendio. Durante las semanas restantes en material no se vuelca y se puede luego acopiar a granel ya que estabilizado no presenta inconvenientes de olores e insectos.

De acuerdo al tipo de residuo disponible para la producción de compost y la aplicación prevista para ese fertilizante orgánico se opta por un método de compostaje termoaeróbico o aerotérmico, ya que es el que permite durante el proceso la eliminación de elementos

patógenos y elementos germinativos potencialmente contaminantes en su aplicación agronómica.

❖ DISPOSICIÓN FINAL (CAVAS)

El objetivo es confinar los residuos sólidos en la menor área posible, sin causar perjuicios al medio ambiente y sin causar molestias o peligros para la salud y la seguridad pública. Básicamente integra un sistema de disposición de residuos en cavas impermeabilizadas con un sistema de recolección y tratamiento de líquidos lixiviados en humedal artificial.

La Impermeabilización de cavas se lleva a cabo con una combinación de geotextil y bentonita. Para lograr una efectiva operación del relleno sanitario se deberá mantener el menor ancho posible en el frente de trabajo

Todos los residuos recibidos en el relleno deben ser dispuestos sanitariamente y no deberá exceder un periodo de 48 horas después de su ingreso.

Los residuos son manejados eficientemente, si éstos son esparcidos sobre un talud 3:1

Utilizando un talud con determinada pendiente, se favorece el ahorro de material de cubierta, así como un menor tiempo en el extendido y compactado de los residuos.

Es recomendable remover cualquier acumulación de agua pluvial sobre las superficies rellenas, dentro de un período de 72 horas.

La celda tendrá un ancho de frente de trabajo de 11 mt aproximadamente, la cota máxima es de 0 m en positivo con respecto al camino principal, mientras que la cota inferior es de 4 m por debajo del nivel del terreno, haciendo que la altura total de residuos sea de 4m.

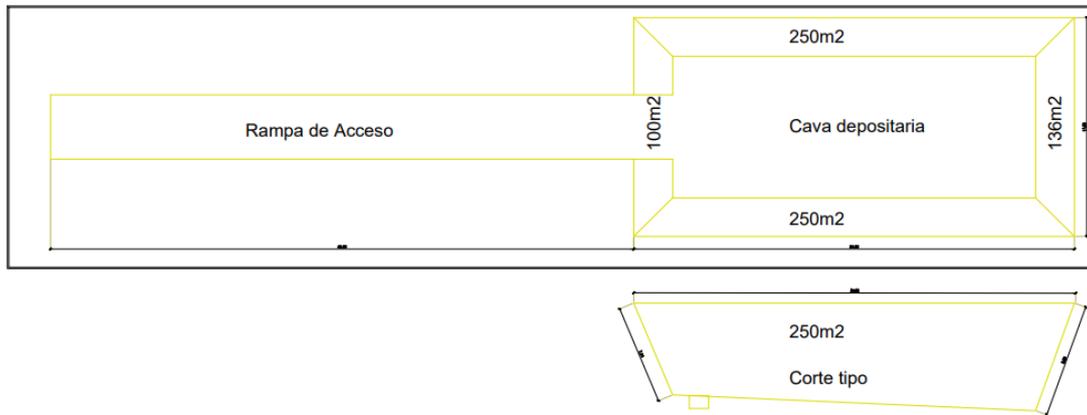
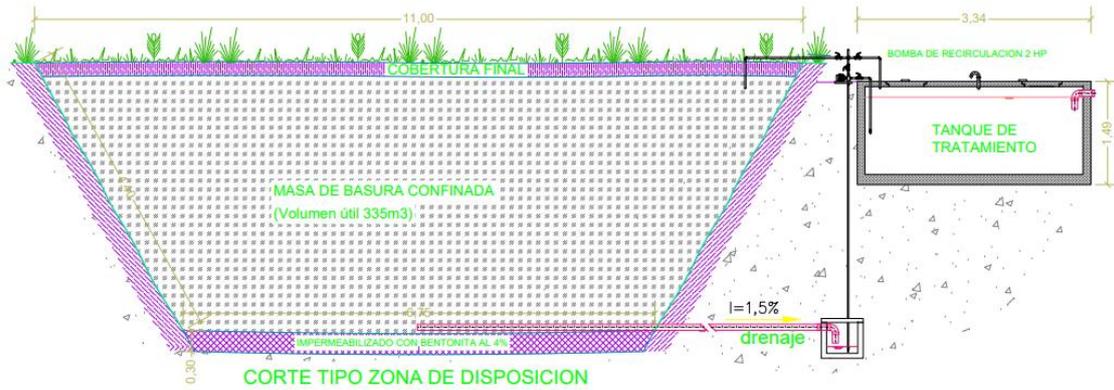
Los módulos cuentan con un sistema de impermeabilización de fondo, taludes laterales y cañerías para la recolección de lixiviados. Al alcanzar las cotas del proyecto se tapa la superficie de residuos con la colocación de sucesivas capas compactadas de tierra impermeable, alcanzándose espesores que oscilan los 40cm.

Al final del día se procede a la cobertura para evitar la proliferación de insectos, la generación de olores, impedir una contaminación visual negativa de la disposición de residuos y por ultimo disminuye la acumulación de agua de lluvia.

Una vez compactados los residuos del día, se descargan sobre los mismos el material para la cubierta diaria.

Esparcir y compactar el material de cobertura, manteniendo un espesor mínimo de 10 cm. Dependiendo del tipo de suelo de donde provenga el material de cubierta, puede requerir un espesor mayor. Por ejemplo, material suelto tal como la arena puede penetrar dentro de

espacios abiertos en los residuos. Por esta razón si los residuos no son compactados adecuadamente se requerirá mayor cantidad de material de cobertura.



❖ POZO DE MONITOREO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

Se construirán dos pozos Freatímetros. Éstos pozos de monitoreo deberán estar en la dirección del flujo de las aguas subterráneas ubicados a 100 metros aguas arriba del relleno sanitario y el otro a 100 metros aguas abajo del relleno sanitario.

AGUAS SUPERFICIALES

Las aguas superficiales en el área del proyecto, están representadas por un afluente del arroyo El Gato con un bajo caudal, ubicado a una distancia de 1.500 metros lineales.

AGUAS SUBTERRÁNEAS

Profundidad de la napa freática

Se detectó agua subterránea una profundidad mayor a los 5 metros en el punto1 de muestreo, correspondiente al sector bajo del terreno. En la parte alta del mismo, la napa freática supera los 10 mts desde la base del pozo

❖ SISTEMA DE TRATAMIENTO DE LIXIVIADOS

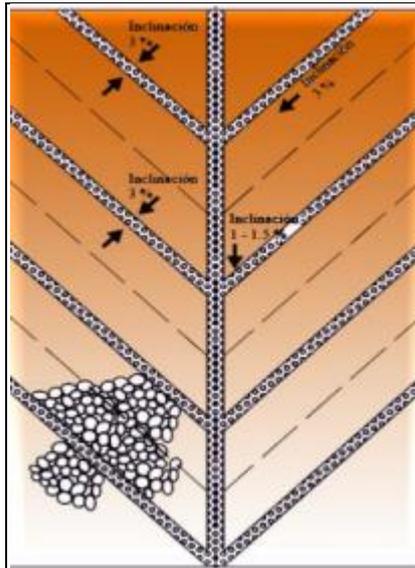
Para el tratamiento del lixiviado generado en la Planta de Tratamiento de Residuos, se adoptó la técnica de Humedal Artificial.

Un humedal artificial (HA) es un sistema de tratamiento biológico para el lixiviado, más precisamente se aplicará un *HUMEDAL ARTIFICIAL DE FLUJO SUBSUPERFICIAL (canal grande relleno con grava y arena donde se planta vegetación acuática. Al fluir horizontalmente las aguas residuales por el canal, el material filtra partículas y microorganismos y degrada el material orgánico)* como **TRATAMIENTO SECUNDARIO** que se adapta a las características del lugar, el cual será complementario de una **CÁMARA SÉPTICA** que funcionará como **TRATAMIENTO PRIMARIO**.

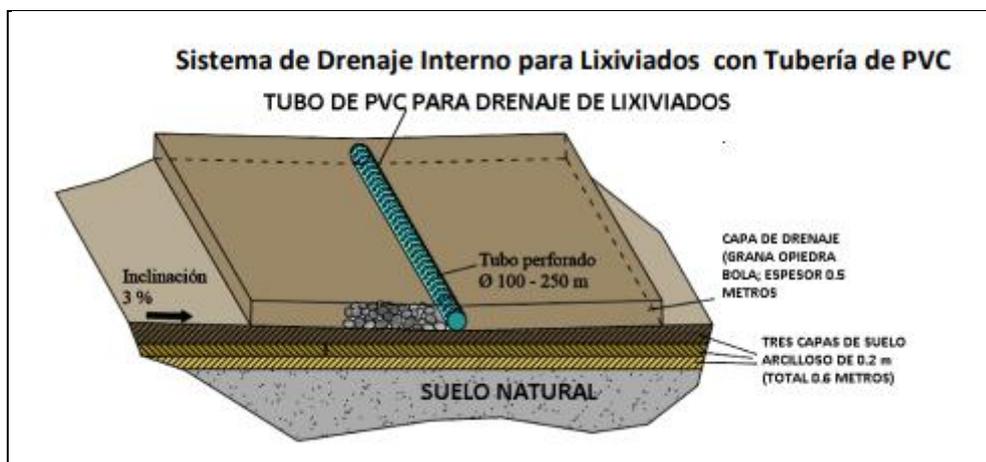
Los costos de instalación, operación y mantenimiento resultan sustancialmente menores que una planta de tratamiento convencional, ya que no requiere de una fuente externa de energía y no existen partes mecánicas, a diferencia de otros métodos, tales como ósmosis inversa o ionización.

Se cuenta con disponibilidad de terreno, considerando que los humedales necesitan grandes extensiones, en este caso es medianamente pequeño ya que se calcula un ingreso máximo de 8 tn al día.

Para **recolectar el lixiviado** se colocaran **tubos** cuyo diámetro pueden variar entre **100 y 300 mm, perforados con orificios** con un diámetro de **1 cm** y una **distancia** entre ellos de **2.5 cm** o **> 127 orificios** por metro lineal. **en el fondo de las cavas, debajo de la grava, con perforaciones pequeñas para que los materiales sólidos no entren al sistema de tratamiento, actuando como pre-tratamiento; luego serán desviados hasta la cámara séptica.**



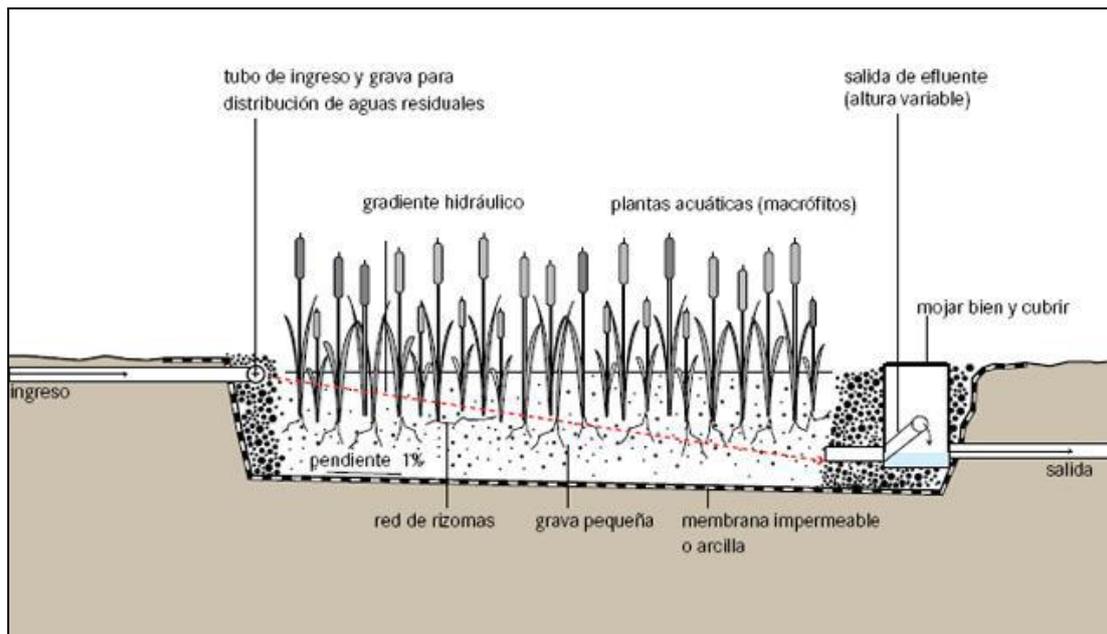
Sistema de drenaje interno para lixiviados



Las aguas residuales entran al HA mediante gravedad y son filtradas por procesos mecánicos. Las plantas del humedal transfieren oxígeno a la zona sumergida de la raíz, que permite la degradación biológica de contaminantes y materias orgánicas por microbios. La eficiencia de la eliminación varía, pero generalmente el humedal puede eliminar una buena porción de los contaminantes de las aguas residuales y retener metales pesados, logrando contribuir a que el mismo sea vertido dentro de parámetros establecidos.

El sistema de flujo horizontal sub superficial (HFSS) es el seleccionado para implementar en la Planta de Tratamiento, en éste el flujo del efluente se hace discurrir por debajo de la superficie del sistema. Se diseñan a modo de estanques con paredes y base estancas y las debidas canalizaciones

Humedal de Flujo Sub Superficial (HFSS)



ESPECIFICACIONES ESTRUCTURALES

Sustrato: compuesto de arena, grava y bentonita, para fijación de población microbiana y metales pesados.

Tamaño: 60 cm de profundidad

Tiempo de retención:

Pendiente: 0.02 (2%) que es ligeramente mayor a la recomendada por la EPA (Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos), facilita la construcción y garantiza el gradiente hidráulico adecuado.

Vegetación: juncos

Estimación del caudal (Q): se utilizó el método suizo para estimar, siendo de **191 L/día** **0,19 m³/día** (ver cálculos en anexos)

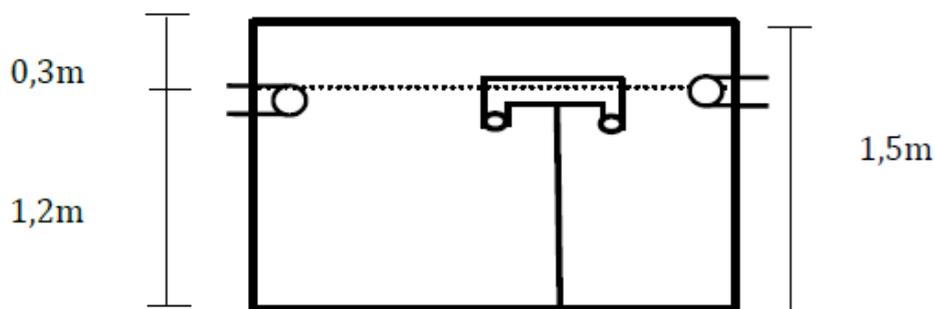
Cámara Séptica

Esta etapa tiene como objetivo remover la materia orgánica suspendida. En dicha cámara ocurren los fenómenos de separación física de sólidos por floculación - sedimentación y flotación, así como la digestión de la materia orgánica por acción de los microorganismos anaeróbicos.

La etapa de tratamiento primario (cámara séptica) se dimensionó contemplando un tiempo de residencia hidráulico (TRH) mínimo de 1 día para garantizar la sedimentación de los sólidos y la separación por flotación de las grasas y otros materiales.

Para poder calcular las dimensiones de la cámara séptica se debió, como primer instancia, calcular la población equivalente, ya que al tratarse de lixiviado no tenemos el dato de población. Y con el dato obtenido, calcular volúmenes tanto de sedimentación como de acumulación de lodos en la misma. Ocupando los mismos un volumen total de 5m^3

PERFIL CÁMARA SÉPTICA



La profundidad de la cámara séptica será de 1,5mts, contemplando 1,20m. la altura hasta el pelo del líquido y considerando 0,30m adicionales para que los gases de la digestión de la materia orgánica circulen y sean expulsados.

La cámara séptica tendrá dos compartimientos, la primera contendrá $2/3$ del volumen total ($3,36\text{m}^3$) y el segundo $1/3$ ($1,68\text{m}^3$) de dicho volumen. Si se adapta un tercer compartimento se agrega $1/3$ más igual al segundo contribuyendo a la aireación del efluente por medio de aireadores eléctricos tipo para pecera debido al bajo caudal generado.

$$As = L \times W = \frac{Q [Ln (Co/Ce)]}{Kt \times d \times n}$$

Dónde:

L: largo

W: ancho

Co: concentración del contaminante en el afluente, DBO, (mg/l) (según bibliografía originalmente el efluente cuenta con 30.000mg/l, considerando que el tratamiento primario reduce el 80%, Se toma 6000 mg/l como valor de DBO del afluente).

Ce: concentración del contaminante en el efluente, DBO, (mg/l) (cuyo parámetro establecido para vertido es de 50 mg/l)

Kt: constante de temperatura de las aguas residuales (0,58)

t:TRH, en días

d: profundidad promedio del agua en el humedal (m) (0,60m)

n:porosidad del sistema, espacio disponible para el flujo del agua. (Porosidad de arena grava, que se utilizará como sustrato en el humedal= 0,35)

Como resultado del cálculo nos arrojó que la superficie necesaria para el tratamiento biológico del caudal generado es de **7,58m² 7,6**. La misma estará distribuida en: **5,1 m de largo y 1,5m de ancho**, con una **profundidad de 0,6 m** y un tiempo de retención hidráulica de **8,45días**

ACLARACIÓN: ya que se compostará la basura biodegradable, se reduce considerablemente la cantidad de materiales que se van al relleno, y también se reduce la cantidad de lixiviados que escurren del resto de la basura depositada.

❖ SISTEMA DE MANEJO DE GASES GENERADOS EN EL RELLENO SANITARIO

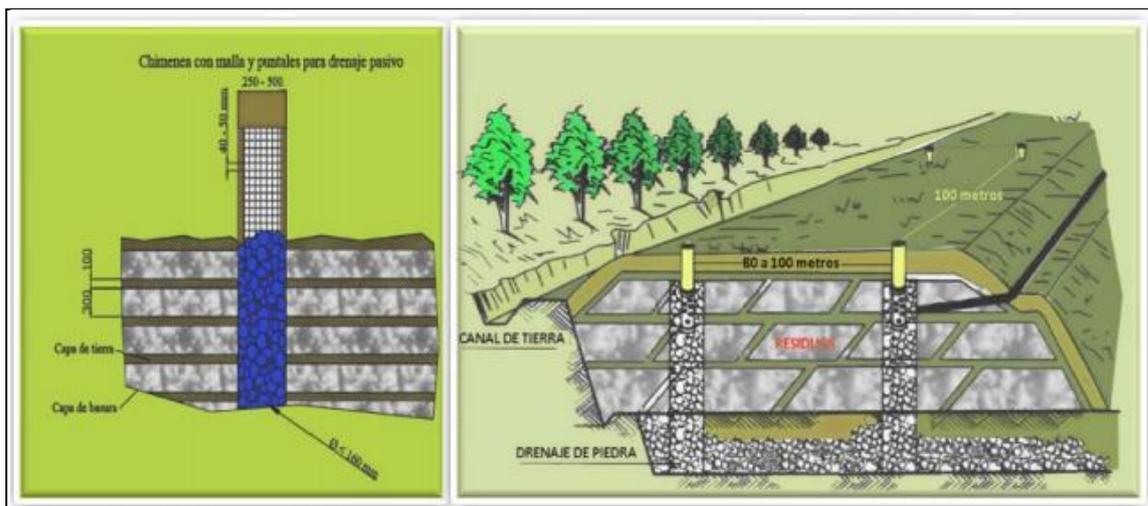
El proceso de estabilización de los residuos sólidos al interior de un relleno sanitario manual o mecanizado produce gases orgánicos, los productos finales o definitivos de la descomposición orgánica y estabilización de los residuos depositados en términos de gases serán CH₄ (metano), CO₂ y H₂O y serán producidos durante un largo tiempo (25 años) aun después del cierre del relleno sanitario, estos gases orgánicos deben ser evacuados del relleno sanitario.

El gas de relleno se puede evacuar con drenaje activo o pasivo. El drenaje activo consiste en la succión del gas mediante un soplador. Cuando se hace el drenaje pasivo, se controla la

difusión natural de los gases, con el fin de evacuar solamente por los orificios previstos. Se logra una mayor eficiencia con el drenaje activo, pero los costos del drenaje pasivo son mucho más bajos, razón por la cual la opción seleccionada es la de evacuación a través de chimeneas.

Las chimeneas de drenaje se construyen durante la operación del relleno sanitario. Aquí se aprovecha de la difusión horizontal del gas en el relleno. El gas se difunde hacia la próxima chimenea y por ella de manera controlada hacia afuera. Las chimeneas tienen que tener una alta permeabilidad para el gas.

Para rellenos sanitarios manuales es aconsejable realizar las chimeneas con un diámetro de 0.3 a 0.5 metros y separadas de 20 a 50 metros, considerando que mínimamente una por celda de disposición final cuando el relleno sanitario manual es relativamente pequeño y no cuenta con celdas de más de 2500 metros cuadrados. Estas chimeneas serán construidas de forma vertical a medida que avanza el relleno sanitario y desde la base del mismo, procurando que el entorno de la chimenea esté bien compactada, los materiales de construcción pueden ser diversos pero se aconseja puntales de madera, con trabas a cada metro, así mismo recubiertos por malla olímpica o malla de gallinero, rellenos de piedra con diámetros de 4" o 6" u otro tipo de material como piedra partida o gravas de dimensiones mayores a los 4 cm, con el fin de garantizar el flujo del gas durante la vida útil del relleno y su posterior cierre.



Es de vital importancia que se quemé el gas que sale de las chimeneas. Si no, las chimeneas constituyen un peligro importante para los obreros y recicladores en el relleno, porque los

gases de relleno salen casi sin dilución de las chimeneas, Además, el gas de relleno puro que sale de las chimeneas causa graves daños al medio ambiente. Luego de tenerse prevista la conclusión de la última capa de residuos sólidos para una celda, se instala el sistema para realizar la quema de estos gases, pudiendo quemarse el gas de relleno dentro de la chimenea, protegiendo los puntales y la malla con un tubo de hormigón o un capuchón metálico.

FUNCIONAMIENTO

Todo procedimiento implica, además de las actividades y las tareas del personal, la determinación del tiempo de realización, el uso de recursos materiales, tecnológico y financiero, la aplicación de métodos de trabajo y de control para lograr un eficiente y eficaz desarrollo en las diferentes operaciones de una empresa. De esta manera se realiza una revisión y mejora continua de los procesos

RECURSOS HUMANOS

Los Recursos Humanos necesarios para la correcta operación de la Planta son los siguientes:

- Personal de administración, comercialización y control de ingreso: 4 empleados
- Personal para la clasificación de residuos inorgánicos: 8, 4 por turno.
- Personal especializado para la elaboración y control de las condiciones aptas para el proceso de compostaje. 3 operarios
- Personal de mantenimiento, limpieza de la planta:2 operarios
- Sereno 2, 1 de lunes a viernes de 19 a 07, y el otro para los fines de semana.

HORARIO DE OPERACIÓN.

El horario de operación se establece de lunes a viernes, de 7:00 hs a 19:00 hs. Los fines de semana se dispondrá de un sereno que haga guardia, a fin de evitar el acceso de personas no autorizadas.

Necesidades

HERRAMIENTA	ACTIVIDAD EN QUE ES REQUERIDA
PALA	Cargar, descargar y colocar residuos sólidos Cargar, descargar y colocar material de cobertura Mantenimiento de drenes y cunetas
Azadón	Aflojar el terreno Trabajos de arborización Mantenimiento de cunetas y canales de drenes
Barra	Aflojar terreno para excavaciones Trabajos de arborización
Pico	Remover el terreno para excavaciones Trabajos de arborización Mantenimiento de cunetas y canales de drenes
Rastrillo	Colocación de material de cobertura de forma homogénea
Pisón de mano	Compactación manual de la basura y conformación de taludes
Machete	Afilar palos y estacas Cortar árboles pequeños y arbustos para la preparación del terreno
Sierra	Cortar árboles, palos y otras maderas
Carretilla	Transporte interno de residuos y material de cobertura
Rodillo manual	Compactación de los residuos y cubierta con tierra

A medida que se vaya mecanizando la operación del relleno será necesario incorporar los siguientes elementos:

- **Tractor compactador** (Tractor pesado con pala y oruga con ruedas especiales). Sirve para mover y colocar los residuos sólidos descargados, compactar y cubrir los residuos con material de cobertura. Si el material de cobertura está en el mismo sitio del relleno el tractor puede traer el material de cobertura. Hacer trabajos de preparación del suelo (excavaciones, colocación de capa mineral), así también trabajos de cierre de celdas de residuos sólidos

- **Camionetas, cuatriciclos:** Son vehículos para traer y llevar al personal, traer combustible para la maquinaria pesada y lubricantes.

Cubierta diaria de la celda.

La cubierta de los residuos sólidos será realizada diariamente, así se tendrá un frente de trabajo mínimo y con cobertura al final del día. Será necesario contar con material con contenido de arcilla de forma de garantizar la impermeabilización de las capas intermedias y final contra la infiltración por precipitaciones pluviales, será utilizado tanto para la cobertura diaria de los residuos y su compactación como para la preparación de nuevas celdas de trabajo, se debe considerar que el material de cobertura será de un 20% del volumen de residuos que se depositaran.

Equipos de Protección Personal (EPP).

En cumplimiento a normas laborales, es necesario que todo el personal del relleno sanitario cuente con los Equipos de Protección Personal (EPP) adecuados al trabajo a realizar, a saber:

- Ropa de Trabajo (overoles)
- Ropa de Trabajo para época de lluvia (impermeables)
- Guantes de goma y de cuero.
- Botines de seguridad
- Botas de Goma para épocas de lluvia.
- Filtros o barbijos según el caso



Monitoreo y control

El monitoreo y control durante la etapa de operación es importante para ir detectando falencias que pudieran ocurrir, así mismo controlar el buen desempeño de toda la disposición final de los residuos sólidos. Estos monitoreos pueden efectuarse en la descarga, colocación y cubierta de los residuos.

El crecimiento y la forma del cuerpo de basura se debe observar cuidadosamente. Los controles más importantes son: El **ángulo del talud** del cuerpo de basura, la **compactación adecuada de los residuos**, la **existencia de fugas de gas o de aguas lixiviadas** (las fugas de gas se pueden detectar con equipos de medición; si el municipio no dispone de este, se pueden detectar con el olfato y observando el crecimiento de las plantas (el metano impide este crecimiento), monitoreo de drenes y tratamiento de lixiviados (control a los canales pluviales o zanjas de coronamiento del relleno sanitario, para evitar que ingrese agua de lluvia por procesos de escorrentía superficial al área del relleno sanitario, se debe realizar controles de fisuras en los canales o drenes de captación y conducción de los lixiviados, de forma de verificar su limpieza y libre circulación de los lixiviados para su tratamiento. Así mismo se deberá verificar que se construyan adecuadamente los drenes internos para lixiviados en las nuevas celdas y que no se dañen o se coloquen obstrucciones en celda en operación).

Monitoreo de tratamiento de Gases.

Durante la etapa de operación se debe controlar la construcción de los drenes para gas (chimeneas) de forma que se realice una compactación adecuada al contorno, así mismo que la maquinaria no golpee los drenes y estos se mantengan verticales desde la base hasta la cobertura final, el relleno con material adecuado de dimensiones adecuadas (6" a 8").

Monitoreo de las aguas superficiales y subterráneas.

Durante la etapa de operación del relleno sanitario se debe dar mantenimiento a los pozos de monitoreo excavados tanto aguas arriba del relleno como aguas abajo, verificar que tengas cubierta y que no ingrese material ajeno a los mismo. El programa de monitoreo del acuífero y lixiviados, tiene como objetivo, conocer en forma precisa las condiciones del acuífero, aguas abajo y aguas arriba del sitio de disposición final. Con esto se asegura que el acuífero no ha sido contaminado por lixiviados generados por los residuos sólidos. Los parámetros a determinar tanto en el acuífero como en los lixiviados, así como la frecuencia de muestreo, se indican en el siguiente cuadro:

Parámetros a Monitorear en Aguas Superficiales y Subterráneas

Parámetro	Frecuencia
pH	Semestral
Conductividad	Semestral
Oxígeno Disuelto	Semestral
Metales Pesados	Semestral
DQO, DBO	Semestral
Amoniaco	Semestral
Nitratos	Semestral
Nitritos	Semestral

Cierre del Relleno Sanitario

Se diseñará el cierre del relleno sanitario para cuando finalice su vida útil, tomando en cuenta su conformación final, estabilidad de taludes, mantenimiento, monitoreo y control de contaminantes, así como su uso final.

El diseño de cierre del relleno sanitario, deberá incluir el aprovechamiento que se le dará al sitio, una vez concluida su vida útil, el cual estará acorde con el uso de suelo permitido, prohibiéndose el instalar edificaciones en general.

Infraestructura y Equipamiento. Cuando se cierra un relleno sanitario, no hay necesidad de la mayoría del equipamiento y de la infraestructura. La balanza se puede sacar y trasladar al nuevo relleno o a otro lugar donde se la necesita; lo mismo los vehículos. Si el relleno dispone de luz y agua potable, esto se puede cancelar.

La planta de tratamiento de las aguas lixiviadas y las chimeneas de evacuación de gas, además los dispositivos de incineración del gas de relleno (si hay) se necesitarán durante algunos años más. Se recomienda guardar una bodega con las herramientas que se necesitan para el mantenimiento de la planta de tratamiento de las aguas lixiviadas.

CONTROLES POSTERIORES AL CIERRE DEL RELLENO SANITARIO

Se debe realizar los siguientes controles después del cierre del relleno sanitario: *Estabilidad de taludes*: la configuración de los taludes definitivos del relleno, deberá definirse de acuerdo

a los lineamientos, que marque un análisis de estabilidad de taludes, realizado previamente levantamiento topográfico del terreno asentamientos y derrumbes (**Control visual, una vez por año**).

Fugas del gas de relleno fuera del área: en rellenos grandes y en rellenos medianos cercanos de áreas pobladas, eso se debe controlar entre **2 y 4 veces por año** durante los 5 primeros años después del cierre del relleno.

Estado de la reforestación sobre el cuerpo del relleno, en los taludes y alrededor: el estado de las plantas es un buen indicador si hay fugas de gas. Como el metano tiene un impacto asfixiante sobre muchas plantas, tanto en la atmósfera como en el suelo, un sitio con considerable menor densidad de vegetación indica una fuga de gas.

Mantenimiento de vías de acceso e infraestructura del relleno sanitario: posterior al cierre del relleno sanitario se debe realizar mantenimiento de las vías principales, de forma de poder acceder a las celdas y verificar que no existan agrietamientos, así mismo poder acceder a la infraestructura que funcionara durante muchos años (aproximadamente 20 años) posteriores al cierre, canales pluviales, drenes de captación y conducción de lixiviados, planta de tratamiento de lixiviados, chimeneas en las plataformas de residuos sólidos. Este mantenimiento se deberá hacer **mínimamente 1 vez al año**, en preferencia antes de las épocas de lluvia, para mitigar cualquier contingencia en el relleno sanitario ya cerrado.

Mantenimiento de la capa de cobertura cuando existen agrietamientos: se deberá elaborar un programa de mantenimiento de post-cierre del relleno sanitario para todas las instalaciones del relleno sanitario. También se debe elaborar un programa de mantenimiento de la cubierta final, para reparar hundimientos provocados por la degradación de los residuos, así como los daños por erosión de escurrimientos pluviales y eólica.

Reforestación del las celdas antiguas y estabilizadas: la arborización de un relleno sanitario es un tema muy importante. Se debe comenzar con este trabajo durante la construcción del relleno y continuar durante todo el periodo operativo. Después del cierre final, se deben sembrar plantas de la región adecuadas sobre todas las celdas cerradas o sobre la colina artificial entera. La arborización del relleno sanitario ayuda considerablemente a minimizar daños ambientales; además, contribuye a estabilizar los taludes y disminuye la cantidad de las emisiones. El cerco vivo es muy importante, ya que en muchos sitios no existe una barrera natural. Se recomienda plantar un cerco vivo de 30 – 50 m de ancho, usando arbustos en los

bordes y arboles más altos en el centro. Con el cerco vivo, se puede desviar los vientos y se reduce considerablemente la molestia causada por malos olores en los alrededores.

Realizar monitoreo de lixiviados, gases, contaminación de aguas subterráneas, superficiales. Los sistemas de control y monitoreo de biogás, lixiviados y contaminación de aguas superficiales y subterráneas requieren de una atención continua, lo mismo que el sistema de drenaje pluvial y el control de la erosión, el período de **post clausura podría comprender un tiempo de 20 a 30 años.**

Parámetros a monitorear en la etapa de Post Clausura de un Relleno Sanitario

Factor a Monitorear	Frecuencia	Parámetros a Monitorear
Lixiviados	Semestral	pH DQO, DBO OD: Oxígeno Disuelto Metales Pesados Conductividad Eléctrica Amoniaco Nitratos Nitritos
Gases	Bimensual	Composición de Biogás: CH ₄ , O ₂ , N ₂
Contaminación aguas superficiales	Semestral	pH DQO, DBO OD: Oxígeno Disuelto Metales Pesados Conductividad Eléctrica Amoniaco Nitratos Nitritos
Contaminación aguas subterráneas	Semestral	pH DQO, DBO OD: Oxígeno Disuelto Metales Pesados Conductividad Eléctrica Amoniaco Nitratos Nitritos

COSTOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA ESTRATEGIA GIRSU

Se detallan a continuación, en líneas generales, los costos a incurrir para el desarrollo de la estrategia seleccionada.

Se efectuó una diferenciación entre aquellos costos correspondientes a la Inversión Inicial, es decir infraestructura y maquinarias necesarias para la puesta en marcha; y aquellos costos correspondientes a Mano de Obra, que incluye los sueldos de los operarios involucrados en cada una de las etapas de la gestión de RSU.

INVERSION INICIAL	\$ 12.885.445,00
MANO DE OBRA	\$ 8.580.000,00

MANO DE OBRA

PERSONAL	Cantidad	Costo Unitario	Costo Unitario Total	Costo Total Anual
Responsable de Planta	1	31.000,00	31.000,00	372.000,00
Administrativo	4	26.000,00	104.000,00	1.248.000,00
Sereno	2	19.000,00	38.000,00	456.000,00
Clasificadores	8	24.000,00	192.000,00	2.304.000,00
Compostaje	3	24.000,00	72.000,00	864.000,00
Mantenimiento	2	20.000,00	40.000,00	480.000,00
Choferes de camiones	2	27.000,00	54.000,00	648.000,00
Recolectores	4	22.000,00	88.000,00	1.056.000,00
Operarios de celdas	4	24.000,00	96.000,00	1.152.000,00
		217.000,00	715.000,00	8.580.000,00

INVERSIÓN INICIAL

ELEMENTO	Cantidad	Costo Unitario	INVERSIÓN INICIAL
Camión	2	\$ 750.000,00	\$ 1.500.000,00
Camión para residuos de poda	1	\$ 620.000,00	\$ 620.000,00
Palas	4	\$ 800,00	\$ 3.200,00
Azadón	2	\$ 1.400,00	\$ 2.800,00
Barra	2	\$ 800,00	\$ 1.600,00
Pico	2	\$ 450,00	\$ 900,00
Rastrillo	3	\$ 350,00	\$ 1.050,00
Pisón de mano	2	\$ 600,00	\$ 1.200,00
Machete	2	\$ 530,00	\$ 1.060,00
Sierra	2	\$ 980,00	\$ 1.960,00
Carretillas	3	\$ 1.600,00	\$ 4.800,00
Rodillo Manual	2	\$ 6.300,00	\$ 12.600,00
Balanza para camiones	1	\$ 160.000,00	\$ 160.000,00
Camioneta	1	\$ 870.000,00	\$ 870.000,00
Elementos de protección Personal	25	\$ 4.895,00	\$ 122.375,00
Pozo de agua	1	\$ 67.000,00	\$ 67.000,00
Freatímetros	2	\$ 27.800,00	\$ 55.600,00
Cerco verde	1	\$ 30.000,00	\$ 30.000,00
Conexión de energía eléctrica	1	\$ 170.000,00	\$ 170.000,00
Construcción humedal artificial	1	\$ 26.300,00	\$ 26.300,00
Caminos	1	\$ 55.000,00	\$ 55.000,00
Maquina cargadora	1	\$ 730.000,00	\$ 730.000,00
Cerco tejido olímpico	1	\$ 600.000,00	\$ 600.000,00
Planta de clasificación	1	\$ 4.850.000,00	\$ 4.850.000,00
Área de compostaje	1	\$ 520.000,00	\$ 520.000,00
Relleno Sanitario	1	\$ 78.000,00	\$ 78.000,00
Edificaciones anexas	1	\$ 1.150.000,00	\$ 1.150.000,00
Tractor compactador	1	\$ 1.250.000,00	\$ 1.250.000,00
			\$ 12.885.445,00

Observaciones: si bien se consideró la adquisición de un tractor compactador como inversión inicial, este no se adquiriría en un primer momento, ya que para ello se contará con los rodillos manuales y personal que efectuará las tareas de forma manual.

También se consideraron precios estimativos y promedios de bienes usados y nuevos.

7. CONCLUSIÓN

Los residuos sólidos urbanos, mejor conocidos por la mayoría de nosotros como “basura”, son una fuente importante de recursos que desperdiciamos debido a nuestros hábitos de consumo a veces irracional.

Podemos haber hecho una correcta disposición de nuestros residuos en casa (no tirar basura, entregarlos separados al camión recolector, reusarlos y reciclarlos por nuestra cuenta o llevarlos a centros de acopio, etcétera), pero la realidad es que el problema no se acaba ahí. Los residuos representan una carga financiera enorme para los municipios que, por Ley, son los responsables de su manejo.

La problemática de los RSU es una cuestión transversal a todas las ciudades del país, sin diferenciación de tamaño ni población, más allá de características peculiares que puedan darse en cada territorio.

Por lo dicho anteriormente, me propuse diseñar un Sistema eficiente de Tratamiento de los Residuos Sólidos Urbanos para Colonia Elia. Para ello consulté bibliografía nacional e internacional, tesis de posgrado, me reuní con personas responsables de la gestión de residuos en municipios de similares características y llegué a la conclusión que la mejor manera de tratar a los mismos es desde una óptica integral, que comience desde la educación y concientización de la población y de las personas encargadas del manejo de éstos

La tendencia mundial para atacar de raíz los problemas que genera la mala disposición de los residuos sigue la siguiente jerarquía: no generación (es decir, se debe buscar como no generar residuos); minimización, reuso, reciclaje, tratamiento, aprovechamiento energético y como última opción la disposición final en vertederos controlados, es por esto que consideré que la mejor solución sería aplicar un Plan Integral de Residuos Sólidos Urbanos, y fue justamente allí dónde me surgieron muchos interrogantes: ¿Colonia Elía tiene la estructura que permita llevar adelante dicho plan?(presupuesto, disponibilidad de recursos, personal calificado, etc.), ¿se justifica semejante movida considerando que es una población pequeña?. Definitivamente mi respuesta es afirmativa, ya que al igual que otras ciudades puede acceder a financiamientos de instituciones tales como el Banco BID, también puede afrontar costos con el dinero recaudado tras la venta de residuos valorizados, permite la generación de empleo genuino (gran demanda en la ciudad), puede solventar gastos al incorporar a localidades vecinas para la operatoria de la planta, y precisamente el hecho de ser una comunidad pequeña, nos

garantiza llegar a cada uno de sus habitantes, capacitarlos, educarlos en la gestión de residuos e involucrarlos en la implementación del programa.

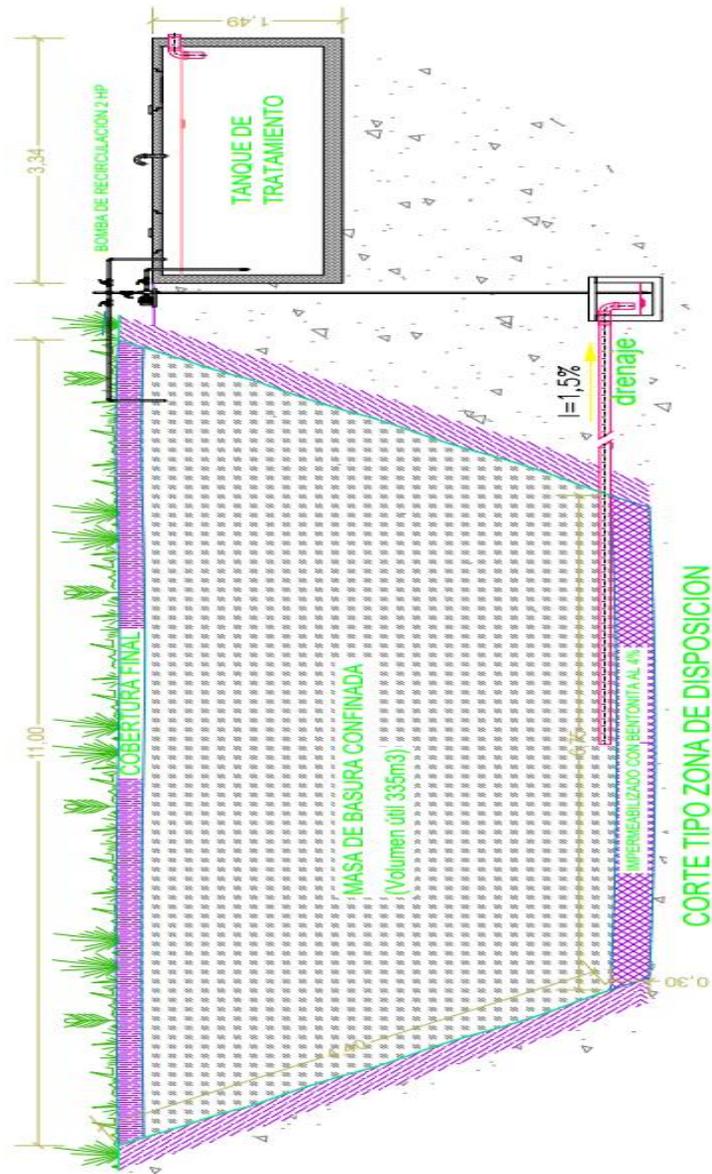
De esta manera estaríamos logrando los objetivos planteados al principio y fundamentalmente lograríamos fortalecer a la Municipalidad en la aplicación de una adecuada política pública de gestión de RSU.

Una ciudad comprometida con el cuidado del Medio Ambiente es sin dudas el primer eslabón para lograr el crecimiento a nivel provincial, nacional e internacional de una Colonia Elia que se presenta como una tierra pujante y decidida a hacer historia.

8. FUENTES Y BIBLIOGRAFIA

- Estrategia Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos – 2005. SAyDS.
- Págs. 77 a 81 y anexos. Diagnóstico Ambiental de Entre Ríos, elaborado por CFI, AÑO 2012.
- <http://www.vidasostenible.org/informes/tendencias-en-el-tratamiento-de-residuos-urbanos-en-europa/>
- <https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/clasificacion-reciclaje-y-valoracion-de-los-rsu>
- <https://estrucplan.com.ar/producciones/contenido-tecnico/p-residuos/gestion-integral-de-residuos-solidos-urbanos-parte-1-2/>
- <http://www.jicosur.org.mx/sites/default/files/PIPGIRSJICOSUR>
- https://issuu.com/cippec/docs/103_dt_dl_rsu_schejtman_irurita_2012
- <https://revistas.urosario.edu.co/index.php/territorios/article/viewFile/2283/1988>
- <http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/libros2009/190117.pdf>
- <https://estrucplan.com.ar/producciones/contenido-tecnico/p-residuos/gestion-integral-de-residuos-solidos-urbanos-parte-1-2/>
- <file:///D:/Usuario/Downloads/Situacion-de-la-gestion-de-residuos-solidos-en-America-Latina-y-el-Caribe.pdf>
- <http://recicladores.com.ar/sitio/home/municipios>
- <https://www.cippec.org/wp-content/uploads/2017/03/1552.pdf>
- <https://www.ecohabitar.org/wp-content/uploads/2015/09/humedales-artificiales.pdf>
- <http://www.anesapa.org/wp-content/uploads/2014/12/GuiaRellenosSanitarios.pdf>

9. ANEXOS



CALCULOS

Estimación del caudal (Q):

El método suizo, permite estimar de manera rápida y sencilla el caudal de lixiviado mediante la ecuación:

$$Q = (1/t) P \times A \times K$$

Donde:

Q= Caudal medio de lixiviado o líquido percolado (L/seg)

P= Precipitación media anual (mm/año)

A= Área superficial del relleno (m²)

t = Número de segundos en un año (31.536.000 seg/año)

K=Coeficiente que depende del grado de compactación de la basura, cuyos valores recomendados son los siguientes:

Para rellenos débilmente compactados con peso específico de 0,4 a 0,7 t/m³, se estima una producción de lixiviado entre 25 y 50% (k = 0,25 a 0,50) de precipitación media anual correspondiente al área del relleno.

Para rellenos fuertemente compactados con peso específico > 0,7 t/m³, se estima una generación de lixiviado entre 15 y 25% (k = 0,15 a 0,25) de la precipitación media anual correspondiente al área del relleno.

Volcando los datos necesarios en la ecuación para estimar el Q generado, obtuvimos que:

$$Q = 1/(31.536.000 \text{ seg/año}) 1.152 \text{ mm/año} \times 121 \text{ m}^2 \times 0,50$$

$$Q = 1/(31.536.000 \text{ seg/año}) \times 69,696 \text{ m}^3/\text{año} \quad Q = 0,00221 \text{ L/seg}$$

$$Q = 0,00221 \text{ l/seg} \times 60 \text{ seg} \times 60 \text{ minutos} \times 24 \text{ horas}$$

$$Q = 191 \text{ L/día} \cong 0,19 \text{ m}^3/\text{día}$$

La generación de lixiviado se presenta fundamentalmente durante los periodos de lluvias y unos cuantos días después, y se interrumpe durante los periodos secos. Por tal razón, se adaptó este método para calcular la generación del lixiviado en función de la precipitación de los meses de lluvias y no de todo el año. Por tal motivo se sugiere conocer, del registro de precipitaciones, el mes de máxima lluvia expresados en mm/mes, con el fin de conseguir una buena aproximación al caudal generado durante ese período.

Cámara Séptica

La etapa de tratamiento primario (cámara séptica) se dimensionó contemplando un tiempo de residencia hidráulico (TRH) mínimo de 1 día para garantizar la sedimentación de los sólidos y la separación por flotación de las grasas y otros materiales (Metcalf y Eddy, 1996).

Cálculos realizados para el dimensionamiento de la cámara séptica general.

Población equivalente = $0,19 \text{ m}^3 \times 30000 \text{ mg/l} = 95$ habitantes
(60g/habitante)

Volumen mínimo de la zona de sedimentación (VS):

$$VS = 0,001 \times 1911/\text{día} \times 1 \text{ día}$$

$$VS = 0,191 \text{ m}^3$$

Volumen mínimo para almacenamiento de barros (VA):

$$VA = 0,04 \times 95 \times 0,5$$

$$VA = 1,9 \text{ m}^3$$

Volumen mínimo de la zona de digestión (VD):

$$VD = 0,001 \times 25 \text{ días} \times 11/\text{día/habitante} \times 95$$

$$VD = 2,375 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen total (VT): } VT = (VS + VA + VD) + (10\% \text{ del VT})$$

$$VT = 4,466 \text{ m}^3 + 0,45 \text{ m}^3$$

$$VT = 4,91 \text{ m}^3 \cong 5 \text{ m}^3$$

Las Condiciones establecidas para determinar las dimensiones de la cámara son las siguientes:

Ancho ≤ 2 x altura

2 x ancho \leq largo

Largo ≤ 4 x ancho

Siempre rectangular

Largo = 2,40m

Ancho = 1,75 m 5,04 m³

Altura = 1,2m

El tiempo de residencia hidráulico (días) se calcula dividiendo el volumen de la cámara expresado en m³ (V) por el caudal diario expresado en m³/d (Q) $TRH = V/Q$

TRH = Volumen del sistema

Q (Caudal)

TRH = 5,04m³ = 26,53 días

0,19 m³/día

La cámara séptica tendrá dos (2) compartimientos, el primero será de sedimentación y el segundo de digestión. Respectivamente, 2/3 del volumen total (3,36m³) para el primero y 1/3 (1,68m³) para el segundo. Se contemplara la realización, en caso de ser necesario, de un tercer compartimiento, en donde el efluente incorpore aire por medio de aireadores (tipo pecera) y de esta forma lograr contribuir a que el efluente reduzca más aún la DBO antes de llegar y ser tratado, por última instancia en el humedal.

Superficie 1° compartimiento (sedimentación) = 2,8m²

Largo = 1,6m Ancho = 1,75m

Superficie 2° compartimiento (almacenamiento de barros y digestión) = 1,4m²

Largo = 0,8m Ancho = 1,75m

Dimensionamiento del humedal artificial de flujo sub-superficial

Cálculos realizados para el dimensionamiento del Humedal de Flujo Subsuperficial

Superficie necesaria utilizando ecuación de eliminación de DBO:

$$A_s = L \times W = Q [\text{Ln} (C_o/C_e)]$$

$K_t \times d \times n$

Referencias

L: largo

W: ancho

Co: concentración del contaminante en el afluente, DBO, (mg/l) (según bibliografía originalmente el efluente cuenta con 30.000mg/l, considerando que el tratamiento primario reduce el 80%, Se toma 6000 mg/l como valor de DBO del afluente).

Ce: concentración del contaminante en el efluente, DBO, (mg/l) (cuyo parámetro establecido para vertido es de 50 mg/l)

Kt: constante de temperatura de las aguas residuales (0,58)

t: TRH, en días

d: profundidad promedio del agua en el biofiltro (m) (0,60m)

n: porosidad del sistema, espacio disponible para el flujo del agua. (Porosidad de la grava que se utilizará como sustrato en el humedal= 0,35)

$$A_s = 0,19\text{m}^3/\text{día} [\text{Ln} (6000/50)]$$

$$0,58 \times 0,60\text{m} \times 0,35$$

$$A_s = 0,91\text{m}^3 / 0,12\text{m}$$

$$A_s = 7,58 \text{ m}^2 \cong 7,6$$

Se decide distribuir la superficie necesaria en:

$$\text{Largo} = 5,1\text{m}$$

$$\text{Ancho} = 1,5\text{m}$$

$$\text{Profundidad} = 0,60\text{m}$$

Tiempo de Retención Hidráulica (TRH)

$$\text{TRH} = L \times W \times d \times n$$

Q

$$\text{TRH} = 5,1\text{m} \times 1,5\text{m} \times 0,60\text{m} \times 0,35$$

$$0,19\text{m}^3/\text{día}$$

$$\text{TRH} = 1,6 \text{ m}^3$$

$$0,19\text{m}^3/\text{día}$$

$$\text{TRH} = 8,45\text{días}$$

Para mantenimiento del humedal, será necesario construir dos humedales con las dimensiones calculadas anteriormente, el efluente debe salir tratado antes de ser vertido al curso receptor.

Cabe aclarar que las dimensiones calculadas ,tanto de la cámara séptica como del humedal se realizaron teniendo en cuenta una cava para disponer los residuos de 11m x11m(121m²), y que a medida que se irán abriendo otras se deberá ir realizando nuevas cámaras sépticas y humedales. En esta situación, se recomienda tener en cuenta que se podría realizar una cámara séptica general a la entrada del humedal, en donde se traten los efluentes de varias cavas simultáneamente, como también humedales dispuestos en serie o paralelos, según la superficie que se requiera, optimizando el espacio disponible para tal fin.