



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE
FACULTAD DE INGENIERIA**

**Anteproyecto “ Selección, tratamiento y disposición final de residuos
solidos urbanos de las localidades de Itatí, Paso de la Patria y San
Cosme”**



Carriegos, Héctor Raúl

Gerber, Rubén Hernán

Tutor: Mgter. Ruberto, Alejandro

AÑO:2.015

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO 1

1.1 OBJETIVOS DEL ANTEPROYECTO	1
1.2 JUSTIFICACIÓN DE LA ELECCIÓN DE LAS LOCALIDADES	1
1.3 ALCANCE DEL ANTEPROYECTO	1
1.4 CARACTERÍSTICAS RELEVANTES DEL ÁREA	2
1.5 MEDIO FISICO – NATURAL	2
1.5.1 UBICACIÓN GENERAL	2
1.5.2 UBICACIONES PARTICULARES	2
1.5.3 CLIMA	3
1.5.4 TEMPERATURAS	3
1.5.5 PRECIPITACIONES	3
1.5.6 VIENTOS	3
1.5.7 HIDROGRAFÍA	3
1.5.8 GEOMORFOLOGÍA	3
1.5.9 RELIEVE	4
1.5.10 AFECTACIÓN HÍDRICA	4
1.6 POBLACIÓN	5
1.7 INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS	6
1.7.1 VIVIENDAS	6
1.7.2 SALUD	6
1.7.3 ESTRUCTURA VIAL	6
1.7.4 ACCESIBILIDAD	7
1.7.5 TRANSPORTE URBANO	7
1.8 ECONOMÍA	7
1.8.1 SUBSISTEMA SOCIOECONÓMICO	7

CAPÍTULO 2

2.1 SITUACIÓN ACTUAL DE LOS BASURALES	8
2.1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL	8
2.2 ESTADO Y TIPOS DE CAMINOS	8
2.3 DISTANCIAS DE LOS BASURALES RESPECTO DE LOS CASCOS URBANOS	9
2.4 EQUIPAMIENTO POR MUNICIPIO	9
2.5 CANTIDAD DE RESIDUOS GENERADOS Y RECOLECCIÓN DE LOS MISMOS	10
2.5.1 - 1º ENFOQUE	10

2.5.2 - 2º ENFOQUE	13
2.6 RECOMENDACIONES PROPUESTAS PARA UNA DETERMINACIÓN PRECISA DE LA CANTIDAD DE RESIDUOS GENERADOS	15

CAPÍTULO 3

3.1 ASPECTOS DEMOGRÁFICOS.....	16
3.2 POBLACIÓN A FUTURO	17
3.3 PRODUCCIÓN PER CÁPITA	18
3.3.1 PRODUCCIÓN TOTAL	18
3.4 CÁLCULO DEL VOLUMEN DEL RELLENO SANITARIO	21
3.4.1 VOLUMEN DE RESIDUOS SÓLIDOS	21
3.4.2 MATERIAL DE COBERTURA	22
3.4.3 VOLÚMENES ANUALES DE RSU Y MATERIAL DE COBERTURA A DISPONER EN EL RELLENO.....	23
3.4.4 VOLUMEN TOTAL DEL RELLENO AL FINAL DE SU VIDA ÚTIL (20 AÑOS)	24
3.4.5 CÁLCULO DEL ÁREA REQUERIDA POR EL RELLENO.....	24
3.4.6 CÁLCULO DEL ÁREA TOTAL REQUERIDA POR EL PREDIO DONDE SE DISPONDRÁ EL RELLENO SANITARIO	25
3.4.7 VOLUMEN DE CADA MÓDULO	25
3.4.8 LONGITUD DEL MÓDULO.....	26
3.4.9 ÁREA EFECTIVA DEL MÓDULO	26
3.5 VERIFICACIÓN DE LA TENSIÓN EN EL TERRENO.....	26
3.6 CÁLCULO DE LA CELDA DIARIA	27
3.6.1 DIMENSIONES DE LA CELDA DIARIA	29
3.7 GENERACIÓN DE LIXIVIADOS.....	30
3.7.1 CAUDAL MEDIO MENSUAL DE LIXIVIADO	30
3.7.2 VOLUMEN DE LIXIVIADO.....	31

CAPÍTULO 4

4.1 SELECCIÓN DEL SITIO PARA EL RELLENO SANITARIO Y PLANTA DE SELECCIÓN ...	32
4.1.1 JUSTIFICACIÓN DE LA PLANTA DE SELECCIÓN EN ITATÍ	32
4.1.2 NECESIDAD DE IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS	32
4.2 CARACTERIZACIÓN DE SITIOS POSIBLES PARA EL ESTABLECIMIENTO DEL RELLENO SANITARIO Y PLANTA DE SELECCIÓN.....	33
4.3 METODOLOGÍA A APLICAR PARA LA SELECCIÓN DEL SITIO	34
4.3.1 MÉTODO DE ANÁLISIS JERÁRQUICO	34

4.4 PARÁMETROS INTERNACIONALES PARA LA SELECCIÓN DE SITIOS	35
4.5 VARIABLES CONSIDERADAS PARA SER APLICADAS EN EL ANÁLISIS JERÁRQUICO	36
4.6 APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE ANÁLISIS JERÁRQUICO	37
4.6.1 COMPARACIÓN ENTRE ASPECTOS CONSIDERADOS.....	37
4.6.2 COMPARACIÓN ENTRE ALTERNATIVAS SEGÚN LOS ASPECTOS	38
4.6.3 RESULTADOS FINALES.....	40

CAPÍTULO 5

5.1 ERRADICACIÓN DE MICRO BASURALES Y PLAN DE CLAUSURA DE LOS BASURALES MUNICIPALES.....	41
5.2 LEGISLACIÓN NACIONAL Y PROVINCIAL	41
5.3 DIAGNÓSTICO PRELIMINAR DE MICROBASURALES Y BASURALES.....	42
5.3.1 MICROBASURALES Y BUM	43
5.4 PROPUESTAS PARA MITIGAR MICROBASURALES.....	43
5.5 TIPOS DE GESTIÓN PARA ERRADICAR LOS BASURALES	45
5.6 ESTUDIOS PREVIOS.....	45
5.7 PLAN DE CLAUSURA	46
5.7.1 SANEAMIENTO	46
5.7.2 ETAPA DE PRE CLAUSURA	46
5.7.3 ETAPA DE CLAUSURA	47
5.7.4 ETAPA DE POST CLAUSURA	49
5.8 PLAN DE MONITOREO AMBIENTAL	50
5.9 CONSIDERACIONES FINALES EN CUANTO A USOS DE LOS BASURALES CLAUSURADOS.....	50

CAPÍTULO 6

6.1 EQUIPAMIENTO E INFRAESTRUCTURA BÁSICA DEL RELLENO SANITARIO Y EL ENTORNO.....	51
6.2 INFRAESTRUCTURA DEL ENTORNO	51
6.3 TAREAS A REALIZARSE PARA LA IMPLANTACIÓN DEL RELLENO Y PLANTA DE SELECCIÓN.....	52
6.3.1 RELEVAMIENTOS TOPOGRAFICOS	52
6.3.2 DESMONTE Y NIVELACIÓN	52
6.3.3 TERRAPLENES.....	52
6.3.4 IMPERMEABILIZACIÓN DEL FONDO DEL RELLENO	53

6.3.4.1 CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE AISLAMIENTO DE LA BASE DEL RELLENO	53
6.3.4.2 ESPESOR DE MEMBRANA FLEXIBLE RECOMENDABLE Y SOLAPADO	53
6.3.4.3 RECOMENDACIONES EN LA APERTURA DE CELDAS DEL RELLENO	53
6.3.5 CONSIDERACIONES RESPECTO A LOS CUERPOS DE AGUA	54
6.3.6 DRENAJE DE AGUAS PLUVIALES	54
6.3.7 ACOPIO DE SUELO.....	54
6.4 INFRAESTRUCTURA DEL RELLENO	55
6.4.1 DRENAJE DE LIXIVIADOS	55
6.4.2 METODOLOGÍA DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE DRENAJE	55
6.4.3 CONTROL DEL LIXIVIADO.....	56
6.4.3.1 PROPUESTA DE ALTERNATIVA	56
6.4.4 TRATAMIENTO DEL LIXIVIADO	56
6.4.4.1 TRATAMIENTOS PROPUESTOS.....	57
6.4.5 VENTEO DE GASES	58
6.4.6 POZOS DE MONITOREO	58
6.5 TAREAS A REALIZARSE DURANTE LA CONSTRUCCION, OPERACIÓN y CLAUSURA DEL RELLENO	59
6.5.1 COBERTURAS DIARIAS DE LAS CELDAS.....	59
6.5.2 COBERTURA FINAL DEL RELLENO	59
6.6 EQUIPOS PARA REALIZAR LAS TAREAS DE PREPARACIÓN, EJECUCIÓN Y OPERACIÓN DEL RELLENO	60

CAPÍTULO 7

7.1 OBJETIVOS DE LAS PLANTAS DE SELECCIÓN.....	61
7.1.1 OBJETIVO GENERAL.....	61
7.1.2 OBJETIVOS PARTICULARES	61
7.2 MODELOS DE RECOLECCIÓN.....	61
7.2.1 RECOLECCIÓN DIFERENCIADA	62
7.3 BENEFICIOS DE LA SELECCIÓN Y RECOLECCIÓN DIFERENCIADA	63
7.4 NOCION DE LAS 3R	63
7.5 ETAPAS DEL MANEJO DE LOS RSU	63
7.6 LIMITACIONES EN CUANTO A TIPOS DE RESIDUOS EN LA PLANTA DE SELECCIÓN	64
7.7 UBICACIÓN DE LA PLANTAS DE TRATAMIENTO DE R.S.U.....	64
7.8 PLANTA DE SELECCIÓN DE RESIDUOS	65
7.8.1 SISTEMA MANUAL	65
7.8.2 SISTEMA MECÁNICO	65

7.9 EQUIPAMIENTOS A SER DISPUESTOS EN LAS PLANTAS DE SELECCIÓN	66
7.9.1 TOLVA DE RECEPCION	66
7.9.2 MOLINO DESGARRADOR DE BOLSAS.....	66
7.9.3 CINTA ELEVADORA O DE ALIMENTACIÓN	66
7.9.4 ELECTROIMÁN	66
7.9.5 CINTA TRANSPORTADORA.....	66
7.9.6 CESTOS CONTENEDORES.....	66
7.9.7 PRENSA VERTICAL	67
7.9.8 TRITURADORA DE VIDRIO	67
7.10 PROCESOS UTILIZADOS PARA LA SEPARACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LOS COMPONENTES INDIVIDUALES DE LOS RSU.....	68
7.10.1 TRITURACIÓN.....	68
7.10.2 SEPARACIÓN MAGNÉTICA.....	68
7.10.3 DENSIFICACIÓN O COMPACTACIÓN	69
7.10.4 CRIBACIÓN	69
7.11 COMPOSICION DE LOS RSU	69
7.12 PRECIOS DE LOS MATERIALES RECICLABLES.....	70
7.13 ESPECIFICACIONES EN LA RECUPERACIÓN DE LOS MATERIALES PARA LA VENTA	71
7.13.1 ESPECIFICACIONES PARA LA VENTA DE PLÁSTICOS	71
7.13.2 ESPECIFICACIONES PARA VIDRIO	71
7.13.3 ESPECIFICACIONES PARA PAPEL Y CARTÓN	71
7.14 PROPUESTA DE PLANTA DE COMPOSTAJE	71
7.14.1 DEFINICIÓN DE COMPOSTAJE.....	72
7.14.2 VENTAJAS	72
7.14.3 PROCESOS PARA LA PRODUCCIÓN DE COMPOST	72
7.14.4 GRADOS DE DESCOMPOSICIÓN DE LA MATERIA ORGÁNICA	72
7.14.5 FACTORES INTERVINIENTES EN EL COMPOSTAJE	73
7.14.6 EQUIPAMIENTO NECESARIO PARA REALIZAR EL COMPOSTAJE.....	73
7.15 PROPUESTA DE PROGRAMA PUNTOS LIMPIOS	73
7.16 OPERACIÓN EN LA PLANTA EN LA PLANTA DE SELECCIÓN DE SAN COSME.....	74

CAPÍTULO 8

8.1 EVALUACIÓN FINANCIERA	¡Error! Marcador no definido.
8.2 BENEFICIOS PRIVADOS DEL ANTEPROYECTO.....	¡Error! Marcador no definido.
8.2.1 INGRESOS POR VENTAS DE MATERIALES RECUPERADOS	¡Error! Marcador no definido.

8.2.2 SUBSIDIO DEL BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO.....	¡Error! Marcador no definido.
8.3 ESTIMACIÓN PRESUPUESTARIA DEL SALARIO DE LOS TRABAJADORES	¡Error! Marcador no definido.
8.4 INVERSIONES DEL ANTEPROYECTO.....	¡Error! Marcador no definido.
8.4.1 DETERMINACIÓN DE LOS COSTOS TOTALES DE RELLENO SANITARIO Y PLANTAS DE SELECCIÓN	¡Error! Marcador no definido.
8.4.2 COSTOS DE EQUIPAMIENTOS ELECTROMECAÑICOS...	¡Error! Marcador no definido.
8.4.3 MAQUINAS PESADAS	82
8.4.4 COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTEMIENTO	83
8.5 DEPRECIACIÓN DE MAQUINAS Y EQUIPOS	84
8.6 FLUJO DE FONDOS	84
8.7 INDICADORES DE RENTABILIDAD	86

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Cantidad de Habitantes por Localidad (Fuente: INDEC).....	5
Tabla 2: Generación de Basura per cápita (Fuente: CAMARCO).....	10
Tabla 3: Población según censos de INDEC en los años 1.991, 2.001 y 2.010 (Fuente: Elaboración propia).....	11
Tabla 4: Coeficientes de actualización poblacional (Fuente: Elaboración propia).....	11
Tabla 5: Población estimada año 2.015 (Fuente: Elaboración propia).....	11
Tabla 6: Cantidad de residuos diarios generados por población local (Fuente: Elaboración propia).....	11
Tabla 7: Cantidad de turistas mensuales promedio (Fuente: Medición informal de Dra.: Monjo, Teresita).....	12
Tabla 8: Cantidad de turistas diarios promedio (Fuente: Elaboración propia).....	12
Tabla 9: Cantidad de residuos diarios generados por población turista (Fuente: Elaboración propia).....	12
Tabla 10: Cantidad de residuos diarios totales generados por localidad (Fuente: Elaboración propia).....	13
Tabla 11: Densidades de residuos.....	14
Tabla 12: Estimación de residuos en base a la recolección (Fuente: planillas de capataces y encargados de servicios públicos de los municipios).....	14
Tabla 13: Población de las localidades en estudio según censos en los años 1.991, 2.001 y 2.010 (Fuente: INDEC).....	16
Tabla 14: Población local y turista estimadas a futuro (Fuente: Elaboración propia)....	17
Tabla 15: Generación de residuos de población local y turista estimada (Fuente: Elaboración propia).....	19
Tabla 16: Composición típica de los RSU en la Argentina.....	19
Tabla 17: Resumen de fracciones propuestas de residuos aprovechables y desechables (Fuente: Elaboración propia).....	20
Tabla 18: Cantidad de residuos generados diariamente por la población total (local y turista). (Fuente: Elaboración propia).....	21
Tabla 19: Volúmenes anuales de RSU a disponer en el relleno (Fuente: Elaboración propia).....	22
Tabla 20: Volúmenes anual de material de cobertura (Fuente: Elaboración propia).....	23
Tabla 21: Volúmenes totales anuales a disponer en el relleno (Fuente: Elaboración propia).....	23
Tabla 22: Volúmenes de residuos generados diariamente por la población total (local y turista).....	27
Tabla 23: Volúmenes de residuos generados diariamente por la población total (local y turista).....	28
Tabla 24: Volúmenes de residuos generados diariamente por la población total (local y turista).....	29
Tabla 25: Valores numéricos considerados por Saaty (Fuente: http://issuu.com/selloeditorial/docs/guia_metodologica_infraestructura/18).....	35
Tabla 26: Matriz de las comparaciones paritarias entre aspectos considerados (Fuente: elaboración propia).....	37
Tabla 27: Comparación de las alternativas según el aspecto geotécnico (Fuente: Elaboración propia).....	38

Tabla 28: Comparación de las alternativas según el aspecto ambiental (Fuente: Elaboración Propia).....	38
Tabla 29: Comparación de las alternativas según el aspecto social (Fuente: Elaboración)	39
Tabla 30: Comparación de las alternativas según el aspecto técnico (Fuente: Elaboración propia)	39
Tabla 31: Comparación de las alternativas según el aspecto económico (Fuente: Elaboración propia)	39
Tabla 32: Resultados Finales	40
Tabla 33: Volúmenes de suelo necesario y compactado. (Fuente: Elaboración propia)	48
Tabla 34: Composición típica de los RSU en Argentina (Fuente: http://www.ambiente.gob.ar/observatoriorsu/grupo.asp?Grupo=8075&Subgrupo=8214 .).....	70
Tabla 35: Precio de los diferentes componentes de la basura (Fuente: González Ambrossi, Gonzalo, avenida Las Heras 555, Resistencia (Chaco)).....	70
Tabla 36: Precios propuestos para la venta de los diferentes componentes de la basura (Fuente: Elaboración propia).	70
Tabla 37: Precio de los diferentes componentes de la basura. (Fuente: González Ambrossi, Gonzalo, avenida Las Heras 555, Resistencia (Chaco)).....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 38: Precios propuestos para la venta de materiales reciclables (Fuente: Elaboración propia)	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 39: Ingresos estimados por venta de materiales para reciclaje (Fuente: Elaboración propia)	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 40: Ingresos estimados por venta de abono orgánico (Fuente: Elaboración propia)	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 41: Sueldos estimados para operarios, técnicos y administrativos (Fuente: Elaboración propia)	79
Tabla 42: Computo y presupuesto para la realización del módulo, construcciones varias e infraestructuras en el relleno y entorno (Fuente: Elaboración propia)	80
Tabla 43: Precios de equipos electromecánicos (Fuente: Elaboración propia).....	82
Tabla 44: Precios de máquinas, camión y camionetas (Fuente: Elaboración propia). ..	83
Tabla 45: Costos de operación y mantenimiento (Fuente: Elaboración propia)	83
Tabla 46: Costos por tareas de topografía (Fuente: Elaboración propia).....	84
Tabla 47: Depreciaciones de activos (Fuente: https://www.isagen.com.co/informe-de-gestion/2012/notas_estados.html)	84
Tabla 48: Flujo de fondos (Elaboración propia)	85
Tabla 49: Indicadores de Rentabilidad (Elaboración Propia)	86

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Cesto de residuos de 1000 litros de capacidad con tapa. (Fuente: Plásticos La Rioja S.A.)	44
Figura 2: Forma de utilización de los cestos contenedores. (Fuente: http://www.buenosaires.gob.ar/areas/med_ambiente/higiene_urbana/uso_contenedor.php?menu_id=34765).	44
Figura 3: Volquete contenedor de chapa reforzada de 3,5 m3 de capacidad (Fuente: Carrocerías Scorza).	45
Figura 4: Datos de sondeo sobre Ruta Provincial nº1 y valores de esponjamiento. (Fuente: Dirección Provincial de Vialidad de Corrientes).....	48
Figura 5: Disposición de cubiertas con capas adicionales para promover el drenaje lateral y la incorporación de la cubierta vegetal. (Fuente: http://www.ambiente.gov.ar/archivos/web/DCA/File/manual_operativo_valorizacion.pdf)	49
Figura 6: Esquema de la propuesta para el tratamiento de los lixiviados. (Fuente: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1680-03382015000200001&script=sci_arttext)	58
Figura 7: Publicidad de la municipalidad de Bahía Blanca. Provincia de Buenos Aires. (Fuente: http://www.0291.com.ar/articulo/8108/URI)	62
Figura 8: Cestos de clasificación de basura en la localidad de Itatí. (Fuente: Noticias Itateñas digital).....	62
Figura 9: Esquema de planta de tratamiento tipo, gobierno de Buenos Aires (Fuente: http://slideplayer.es/slide/1104586/)	65
Figura 10: Cinta transportadora (Fuente: https://www.facebook.com/photo.php?fbid=10207496663243539&set=pb.1497533379.-2207520000.1439216775.&type=3&theater).....	67
Figura 11: Cinta elevadora (Fuente: https://www.facebook.com/photo.php?fbid=10207013852493572&set=pb.1497533379.-2207520000.1439217014.&type=3&theater).....	67
Figura 12: Prensa vertical para compactar cartón, plásticos y papeles (Fuente: https://www.facebook.com/photo.php?fbid=10207031777421684&set=pb.1497533379.-2207520000.1439217026.&type=3&theater).....	68

CAPÍTULO 1: DESCRIPCIÓN DE LA ZONA EN ESTUDIO

1.1 OBJETIVOS DEL ANTEPROYECTO

El objetivo principal será la instalación de una planta de selección de materiales útiles para reciclaje y la construcción de módulos para la disposición final de los rechazos de la selección, que conformarán el relleno sanitario, en la localidad de San Cosme. Teniendo como área de influencia a las localidades de Paso de la Patria, San Cosme e Itatí.

Como objetivos secundarios evitar la formación de microbasurales en las localidades turísticas antes mencionadas y la clausura de los basurales municipales a cielo abierto.

1.2 JUSTIFICACIÓN DE LA ELECCIÓN DE LAS LOCALIDADES

Por tratarse de localidades que dependen de las actividades turísticas, las cuales producen una mayor cantidad de residuos en épocas de recesos, tanto invernal como de verano y además en los fines de semana, esto conlleva directamente al aumento de microbasurales y a la contaminación ambiental descontrolada. Por ello se eligieron estas tres localidades por ser turísticas y próximas entre sí, con la finalidad de darles una solución técnica-ambiental como lo es la disposición controlada, realizando un relleno sanitario.

1.3 ALCANCE DEL ANTEPROYECTO

En este anteproyecto se hará una distinción de los residuos sin valor económico de aquellos que tendrán valor para ser comercializados. Una vez estimadas las cantidades de residuos no aprovechables, se realizará el cálculo y diseño del relleno sanitario.

Se diseñará la planta de selección con todas las instalaciones y equipos necesarios para el funcionamiento de las mismas.

Para la ubicación y construcción del relleno sanitario se tendrán en cuenta las normativas ambientales vigentes relacionadas a residuos sólidos urbanos, aplicables en los ámbitos nacional, provincial y municipal.

Con todo lo antes mencionado se determinará el tamaño del terreno donde se hará la disposición final de los residuos, el predio seleccionado no solo debe poseer la superficie necesaria para el desarrollo de las actividades antes mencionadas, sino que también debe cumplir con todas las normativas de seguridad e higiene vigentes.

Se propone que el espacio físico destinado a esta actividad tendrá una vida útil de 20 años.

Basándose en información técnico ambiental se elaborará un plan de ordenamiento y clausura de los basurales actuales y una posterior readecuación de los espacios, en el cual se contemplará los pasos a seguir para las instancias de pre-clausura, clausura y post-clausura de los mismos.

Finalmente se realizará una evaluación financiera con todos los datos que se recabaron para tal fin.

CAPÍTULO 1: DESCRIPCIÓN DE LA ZONA EN ESTUDIO

1.4 CARACTERÍSTICAS RELEVANTES DEL ÁREA

Para el desarrollo del presente trabajo se consideró, como zona en estudio a la provincia de Corrientes, más específicamente las localidades de Paso de la Patria, Itatí y San Cosme.

A continuación se presenta, un análisis de ciertas características de las mismas que son relevantes para el caso particular que en este trabajo se desarrolla.

Es necesario considerar un **área de influencia indirecta** que recibirá cierto impacto generado por el desarrollo del proyecto. Esto podrá visualizarse en zonas aledañas de las localidades antes mencionadas ya que la instalación de las plantas de selección y relleno sanitario repercutirá en el normal funcionamiento de éstas.

De la misma manera debe considerarse un **área de influencia directa mediata** que estará conformada por aquellas zonas afectadas a las obras y otras áreas cercanas a las mismas, en lo que refiere a demanda de insumos, manipulación y transporte de residuos.

Por último no debe dejar de considerarse el **área de influencia directa**, conformada por el área operativa, es decir el territorio destinado a la construcción y operación de la planta y relleno sanitario.

1.5 MEDIO FISICO – NATURAL

1.5.1 UBICACIÓN GENERAL

La provincia de Corrientes se encuentra ubicada en la región mesopotámica, y en forma más amplia de la región denominada litoral, de la misma manera, forma parte de la Región del Norte Grande Argentino.

Limita al norte y al oeste con el río Paraná, que la separa del Paraguay y las Provincias de Chaco y Santa Fe; su límite este está marcado por el río Uruguay, que la separa de Brasil y Uruguay, los ríos Guayquiraró y Mocoretá y los arroyos Basualdo y Tunas marcan su frontera sur con la provincia de Entre Ríos. Al nordeste los arroyos Itaembé y Chimiray junto con un tramo de "límite seco" de 30 kilómetros, la separan de la Provincia de Misiones.

1.5.2 UBICACIONES PARTICULARES

La localidad de **Paso de la Patria** se encuentra ubicada 35 kilómetros al noroeste en línea recta de la capital provincial, a 20 kilómetros al norte de la localidad de San Cosme, departamento al cual pertenece. Paso de la Patria se encuentra frente a la desembocadura del río Paraguay en el río Paraná, y cuenta con algunos acantilados que forman correntadas muy buscadas por los pescadores (fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Paso_de_la_Patria).

La localidad de **Itatí**, cabecera del departamento homónimo se encuentra ubicada hacia el norte de la provincia, a aproximadamente 70 kilómetros de la capital de la provincia. Se encuentra a orillas del río Paraná.

La localidad de **San Cosme**, capital del departamento que lleva el mismo nombre, está ubicada en el oeste de la provincia de Corrientes, a 30 kilómetros de su capital.

CAPÍTULO 1: DESCRIPCIÓN DE LA ZONA EN ESTUDIO

1.5.3 CLIMA

En toda la provincia el **clima** es subtropical húmedo, el cual se caracteriza por veranos cálidos, húmedos e inviernos fríos, con precipitaciones abundantes en las zonas litorales, que van disminuyendo por un invierno cada vez más seco conforme aumenta la distancia de la costa. (Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Clima_subtropical_h%C3%BAmedo). En la región noreste, en la zona lindera con misiones, los veranos son muy húmedos y calurosos con abundantes lluvias.

1.5.4 TEMPERATURAS

La provincia posee una **temperatura** media anual máxima de 35°C y una temperatura media anual mínima de 5°C. (Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Provincia_de_Corrientes)

En el noroeste, donde se ubican las localidades antes mencionadas, el clima es seco en invierno, y muy caluroso y lluvioso en verano. Esta variante es conocida como semitropical semiestépica.

1.5.5 PRECIPITACIONES

Las **precipitaciones** caen regularmente durante todo el año, donde las isohietas van decreciendo de noreste a sudoeste desde los 1.900 milímetros hasta los 1.300. Las mismas decrecen de noreste a sudoeste (Fuente: <http://ciudaddecorrientes.gov.ar/la-ciudad/geografia-y-clima>). Se distinguen dos áreas de acuerdo con la cantidad de precipitaciones anuales siendo la región que bordea el río Paraná menos lluviosa que en las proximidades del Uruguay.

1.5.6 VIENTOS

Los **vientos** que más afectan a la provincia son el norte, muy cálido, el pampero frío y la sudestada.

1.5.7 HIDROGRAFÍA

En lo que refiere a su **hidrografía**, la provincia se encuentra entre dos ríos: el Uruguay (al este) y el Paraná (al oeste y norte). La escasa altura de la costa del Paraná es causa de frecuentes inundaciones. Los recursos hídricos son aprovechados para la generación de energía eléctrica en la represa hidroeléctrica de Yacyrétá (Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Provincia_de_Corrientes). La provincia posee numerosas lagunas, esteros y bañados, es importante señalar que los mismos no integran un sistema hidrográfico organizado, y que además se destacan por conformar el área con mayor dinamismo de la región. (Fuente: <http://www.corrientes.com.ar/geografia-corrientes.htm>).

1.5.8 GEOMORFOLOGÍA

La zona de estudio presenta zonas alargadas, algo más elevadas, en formas de lomas, en dirección paralela a los esteros del Iberá; en los bajos o depresiones se ubican numerosas lagunas de formas subcirculares. Entre las más importantes cabe mencionar las del departamento de San Cosme.

CAPÍTULO 1: DESCRIPCIÓN DE LA ZONA EN ESTUDIO

Las alturas en la zona de estudio, se ubican entre los 55 y 65 metros. La pendiente en esta zona es aproximadamente del 2‰.

Esta disposición del sistema de lagunas hace que la red de drenaje de las mismas sea de tipo meándrico y con una muy leve pendiente regional hacia el suroeste; el escurrimiento debido a la pendiente hace que sea en el mismo sentido, con lo cual se da la peculiaridad que el río Paraná no reciba ningún afluente de importancia a lo largo de todo el límite norte de la provincia (Fuente: <http://www.mineria.gob.ar/estudios/irn/corrientes/corrientes-rec-hid.asp>).

El sistema lagunar se rige por movimiento vertical ascendente y descendente de sus aguas y cuando estas depresiones se ven interconectadas el modelo pasa de cañadoide a un sistema lineal cañadoide.

1.5.9 RELIEVE

En lo que refiere a **relieve**, puede dividirse a la provincia en dos grandes áreas.

1. La zona oeste (occidental), que se encuentra comprendida entre el río Paraná y la depresión del Iberá; es una planicie sedimentaria que incluye tres elementos básicos: la planicie subnormal-cóncava, como dominante, los diques naturales del Paraná y los afluentes y los cordones arenosos salpicados de pequeñas lagunas. (Fuente: Atlas de suelos de la República Argentina. Tomo I. Instituto Nacional del Tecnología Agropecuaria. Centro de investigaciones de Recursos Naturales. (1.990))

Se caracteriza por tener suelo llano con leves ondulaciones de arena rojiza, terreno arcilloso y escasa pendiente, formando terrenos anegadizos muy húmedos. En esta zona la **escorrentía urbana** se dificulta debido a la escasa pendiente y la espesa vegetación, dificultando el drenaje y obstaculizando el retorno de las aguas desbordadas de los esteros hacia las lagunas cuando abundan las lluvias, constituyendo la razón por la cual se forman bañados en la región (Fuente: http://www.viajoporargentina.com/corrientes/relieve_e.htm).

2. La zona este (oriental) se localiza al este de la depresión del Iberá y se extiende hasta el río Uruguay, posee un paisaje rocoso, con formaciones calcáreas y graníticas cubiertas por una capa de humus. En este sector podemos distinguir dos subzonas: a) la costa del Uruguay donde el suelo es arenoso, y pedregoso observándose además, ondulaciones de arenas rojizas y extensos malezales, en Santo Tomé se distinguen los primeros montes misioneros, rompiendo con la monotonía de la llanura, llegando a La Cruz, donde comienzan las elevaciones progresivas; b) la subzona sur es una prolongación del suelo entrerriano, formada por una serie de cuchillas, lomas, lomadas, cerros, cerrillos, colinas, cuya elevación no llega a superar los diez metros. (Fuente: <http://www.corrientes.com.ar/geografia-suelo.htm>).

1.5.10 AFECTACIÓN HÍDRICA

Aproximadamente un 90%, la provincia es vulnerable a algún tipo de afectación hídrica. Esto surge de considerar a las inundaciones debidas a:

- **Inundaciones más o menos frecuentes** debidos a desbordes de vías fluviales como el río Paraná o las mismas lagunas, por aporte pluvial en las cuencas.
- Por otro lado, se tiene a las **inundaciones permanentes** en las depresiones, como es el caso de las lagunas o esteros.

CAPÍTULO 1: DESCRIPCIÓN DE LA ZONA EN ESTUDIO

- Por último el anegamiento, que es un problema en planicies como lo es la zona de estudio, el cual se produce debido a la falta de escurrimiento del agua superficial por la baja pendiente que presenta el terreno.
(Fuente: Características geomorfológicas e hidrográficas de la provincia de corrientes y su incidencia en asentamientos humanos. Dra. en Geografía Pilar Yolanda Serra. Año: 2.001)

Las localidades en estudio se ven afectadas por las inundaciones tanto por el desborde del río Paraná como por lagunas.

Podemos considerar a las localidades costeras de Paso de la Patria e Itatí, las cuales durante la época de creciente del río Paraná, las mismas sufren las consecuencias de la inundación, traduciéndose en la disminución de la población turística en la temporada.

Mientras que la localidad de San Cosme, mayormente la zona rural se ve afectada por el desborde de las lagunas de su alrededor, las cuales conforman un sistema lagunar.

1.6 POBLACIÓN

La provincia de Corrientes posee una población estimada de 993.338 habitantes (INDEC, 2.010), conformada por una totalidad de 25 departamentos y 70 municipios. (Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Provincia_de_Corrientes): Bella Vista, Berón de Estrada, Capital, Concepción, Curuzú Cuatiá, Empedrado, Esquina, General Alvear, General Paz, Goya, Itatí, Ituzingó, Lavalle, Mburucuyá, Mercedes, Monte Caseros, Paso de los Libres, Saladas, San Cosme, San Luis del Palmar, San Martín, San Miguel, San Roque, Santo Tome, Sauce.

Según el censo de 2.010, 14.381 personas vivían en el departamento de San Cosme y 9.171 personas en el Departamento de Itatí.

En la Tabla 1 se visualiza la cantidad poblacional de cada localidad en los últimos tres censos.

Tabla 1: Cantidad de Habitantes por Localidad (Fuente: INDEC)

Localidad	Habitantes censo 1.991	Habitantes censo 2.001	Habitantes censo 2.010
Itatí	4.639	6.084	6.562
Paso de la Patria	2.251	3.498	5.598
San Cosme	1.408	1.989	2.563

Puede verse que del total poblacional del Departamento de San Cosme en el año 2.010, el 39% residía en la localidad de Paso de la Patria, 18% en la localidad de San Cosme, representando ambas un 57% de la población total. De la misma manera, 72% de la población del Departamento de Itatí en 2.010 residía en la ciudad cabecera.

CAPÍTULO 1: DESCRIPCIÓN DE LA ZONA EN ESTUDIO

1.7 INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS

1.7.1 VIVIENDAS

Según datos del INDEC (2.010) en lo que refiere al departamento de San Cosme, se puede decir que la calidad de las construcciones de las viviendas es del tipo convencional, se compone fundamentalmente por viviendas de dos tipos; una que cuenta con pisos cerámicos y otra únicamente con recubrimiento de cemento o ladrillos enterrados sin ningún tratamiento. La mayoría de ellas cuenta con cubierta metálica, con cielorrasos.

En lo que respecta al servicio de agua potable, más del 69% de la población está servida desde red pública.

En cuanto a la eliminación de líquidos residuales, solo el 2,29% de las viviendas cuenta con servicio de cloaca instalado y efectúa sus descargas a la red colectora pública, aproximadamente el 87% lo hace en pozo absorbente y pozo ciego. El restante 10% no posee retrete o en su defecto lo posee en pozo excavado en la tierra.

De acuerdo al organismo antes mencionado, en el departamento de Itatí las condiciones en que viven las personas es más desfavorable que en el departamento antes mencionado, ya que hay un mayor número de viviendas con pisos de cemento o ladrillos fijados sobre terreno natural (56% del total de viviendas). En cuanto al cielorraso, más del 50% las unidades habitacionales cuentan con el mismo.

En cuanto al servicio de agua potable, el 78% de la población cuenta en la actualidad con dicho servicio mientras que el servicio de cloaca es brindado para el 22% del total de viviendas. El restante realiza sus descargas en cámaras sépticas y pozos ciegos.

1.7.2 SALUD

La localidad de Itatí cuenta con un Hospital Público denominado Alberto J. García que cuenta con 20 camas.

La localidad de San Cosme también cuenta con un Hospital Público llamado Julio C. Rivero que cuenta con 16 camas.

De la misma manera la localidad de Paso de la Patria cuenta con un Hospital Público de nombre Eduardo Andrés Cicconetti que posee 4 camas (Fuente: <http://www.argentino.com.ar/itati/hospitales>).

1.7.3 ESTRUCTURA VIAL

La principal vía de comunicación entre las localidades que componen la provincia de Corrientes es la Ruta Nacional nº 12, la misma permite además la conexión con las provincias de Buenos Aires, Entre Ríos y Misiones; por este motivo se considera que es una vía de comunicación de importancia dentro de la Mesopotamia, con una totalidad de 1.580 kilómetros de ruta asfaltada. La misma tiene su origen en la localidad de Zarate (Buenos Aires) y culmina en el puente internacional Tancredo Neves en la ciudad de Puerto Iguazú (Misiones). (Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Ruta_Nacional_12_%28Argentina%29).

La ruta antes mencionada constituye la principal vía de acceso a las localidades bajo estudio. El tránsito durante el inicio y fin de las temporadas turísticas se vuelve caótico. (Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Paso_de_la_Patria).

CAPÍTULO 1: DESCRIPCIÓN DE LA ZONA EN ESTUDIO

Referente al estado de la misma se puede mencionar que no presenta baches, ni ahuellamientos en el tramo de Corrientes – Itatí. Algunos tramos de esta ruta se encuentran con tareas de fresado.

1.7.4 ACCESIBILIDAD

Se cuenta con dos accesos a la localidad de Paso de la Patria: el primero se encuentra en el kilómetro 1.022 de la Ruta Nacional nº 12, camino consolidado y enripiado con un ancho de 12 metros; el segundo acceso es el principal la cual es una prolongación de la Ruta Provincial nº 9, que inicia en la Ruta Provincial nº 5, atraviesa perpendicularmente la Ruta Nacional nº 12 y termina en el casco céntrico de la misma.

En cuanto al acceso a San Cosme, pueblo situado a la vera de la Ruta Nacional nº 12, siendo su ingreso por la avenida principal Mario del Tránsito Cocomarola.

En cuanto a la localidad de Itatí se accede a la misma por dos vías: una de ellas es la Ruta Provincial nº 89 también conocido como atajo, camino de tierra cuyo inicio es el paraje Ramada Paso, que se encuentra a la vera de la Ruta Nacional nº12. El acceso principal es la Ruta Provincial nº 20, camino pavimentado de 7,30 metros de ancho en buen estado de conservación.

1.7.5 TRANSPORTE URBANO

En cuanto al servicio de transporte, el mismo es brindado por diferentes empresas. Se pueden mencionar las siguientes variantes:

- Transporte público de pasajeros que cuenta con colectivos que hacen los recorridos entre las localidades en estudio.
- Ómnibus que unen la ciudad de Corrientes con las localidades antes mencionadas. Corrientes – San Cosme: Empresa Don Antonio. Corrientes – Paso de la Patria: Empresa Santa Ana. Corrientes – Itatí: Don Antonio.
- Y el servicio de minibús que efectúan el trayecto mencionado en el punto anterior, partiendo en la capital correntina. Corrientes – San Cosme: Empresa Jaimito. Corrientes – Paso de la Patria: Empresas Silvitur. Corrientes – Itatí: Empresas Cami Lau, El Lobo, Milagros.

(Fuente:<http://www.corrientesturismo.com/paso-de-la-patria/colectivos.php>).

1.8 ECONOMÍA

La principal actividad económica de las localidades en estudio es el turismo (deportivo, de recreación y de esparcimiento, religioso, y de estancia).

1.8.1 SUBSISTEMA SOCIOECONÓMICO

En la zona rural de las localidades en estudio, se realizan actividades agroganaderas intensivas de pequeños y grandes productores, contribuyendo con la economía de las mismas, siendo estas: floricultores, tendaleros de producción tomatera y morronera, sembradíos de mandioca, zapallitos y porotos; como actividades de recreación en la zona se puede mencionar al parque de aves y parque zoológico de la provincia.

CAPÍTULO 2: DESCRIPCIÓN Y GENERACIÓN DE RESIDUOS EN LOS BASURALES ACTUALES

2.1 SITUACIÓN ACTUAL DE LOS BASURALES

2.1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL

En la actualidad los municipios analizados no cuentan con Basurales Únicos Municipales (BUM). Tener un BUM implicaría disponer de un predio propio a donde se deberían transportar y depositar los residuos de manera controlada. Como consecuencia de la inexistencia de un BUM los residuos son depositados en predios fiscales, con la modalidad de cubrir la basura luego de ser depositado sin ningún tipo de control o tratamiento previo. A esta forma de disponer la basura se la conoce con el nombre de Basural a Cielo Abierto (BCA).

De la misma manera, existen micro basurales, generados espontáneamente en lugares prohibidos, estos surgen como consecuencia en algunos casos por comodidad y/o por falta de servicio de recolección en la zona, los mismos vecinos van depositando en lugares baldíos.

En general, de la observación hecha en campo efectuada en las tres localidades se obtiene que la disposición final de los RSU se realiza en BCA, en predios muy cercanos al casco urbano, si bien cada uno de estos posee características propias, tienen, asimismo, denominadores comunes, como ser la carencia de clasificación, su manejo en forma insegura, su entierro parcial y su acumulación en fosas que tienen contacto directo con el terreno natural.

En los días de lluvia, por acumulación de las aguas en las fosas abiertas, se producen lavados de lixiviados alojados en la basura y el empuje de los mismos hacia estratos de suelos con el riesgo de alcanzar la napa; siendo estos productos de la descomposición de la materia orgánica produciendo líquidos y gases contaminantes. Además estos excesos de humedad aceleran la generación de olores de los residuos en estado de putrefacción, proliferación de larvas, bacterias y otras alimañas.

En otros sectores de los basurales es de práctica cotidiana la incineración sin control de plásticos, cartones, restos de poda de jardín y cubiertas, contaminando el aire y ocasionando molestias a los vecinos de los alrededores, inclusive, en algunos periodos la intensidad y dirección de los vientos hacen que las emisiones generadas por la quema alcancen y afecten a poblaciones alejadas de los mismos.

Los BCA de las localidades en estudio se encuentran en zonas al descampado, sin límites perimetrales que restrinjan el ingreso, por lo que es común encontrar a trabajadores informales o recuperadores recorriendo dichos basurales con la finalidad de obtener materiales que les sean de utilidad para su supervivencia y de valor económico, normalmente latas, botellas de vidrios, botellas plásticas, cartones y papeles, u otros que posean algún tipo de valor comercial, poniendo en riesgo sus propias vidas al efectuar tareas de riesgo e insalubridad. De la misma manera son frecuentados por diversos tipos de animales que buscan alimentarse con los residuos, pudiendo estos sufrir contagio de algún tipo de enfermedad por algún vector existente, y ser a la vez vector de transmisión propagando a otros animales como así también a las personas.

2.2 ESTADO Y TIPOS DE CAMINOS

El ingreso a los predios se ve afectado negativamente por las precipitaciones, debido a que los mismos se encuentran en zonas bajas y anegadizas.

CAPÍTULO 2: DESCRIPCIÓN Y GENERACIÓN DE RESIDUOS EN LOS BASURALES ACTUALES

Los caminos urbanos por donde se realiza la recolección es su mayoría en las localidades en estudio son de tierra, siendo arcilloso en unos sectores y arenosos en otros dependiendo de la localidad en la que se sitúan, razón por la que en los días de lluvias se dificulta la recolección de los residuos y se produce la interrupción del servicio.

En la minoría, de acuerdo a la observación de campo realizada se considera la existencia de caminos pavimentados en la zona céntrica de las localidades en estudio.

Los caminos de tipo natural antes mencionados presentan un estado de conservación inadecuado, observándose grandes deformaciones en donde se acumula agua en los días lluviosos. El tránsito obligado por esa zona, empeora las condiciones del mismo, arrastrando el material suelo que antes conformaba el camino, hacia los costados, obstruyendo y dificultando el libre escurrimiento de las cunetas. Este relevamiento del estado de los caminos será tenido en cuenta para la elección del sitio junto con otras consideraciones.

2.3 DISTANCIAS DE LOS BASURALES RESPECTO DE LOS CASCOS URBANOS

Haremos una breve descripción de la ubicación relativa de los BCA de cada municipio con sus respectivos cascos urbanos, para compararlos con una de las restricciones internacionales, que se considerará de aquí en adelante según la (USEPA), la cual sugiere una distancia mínima de 3 kilómetros entre el límite del casco urbano y el borde del relleno sanitario.

El basural de San Cosme se encuentra distante aproximadamente 1 kilómetro del ejido urbano hacia el noroeste, encontrándose muy cercano al borde de la cañada Ipucú. El BCA de Paso de la Patria se encuentra con orientación hacia el norte, aproximadamente a 1,60 kilómetros respecto de la Ruta Provincial nº 9 y a 2,75 kilómetros de la entrada del pueblo. Por último el basural de Itatí, con orientación hacia el suroeste, se encuentra a 1,2 kilómetros del barrio más próximo, ubicado sobre la calle Manuel Belgrano. Las ubicaciones de los mismos y del futuro relleno sanitario se pueden observar en el anexo de planos (Ver anexo planos: plano nº1)

2.4 EQUIPAMIENTO POR MUNICIPIO

El equipamiento que dispone el municipio de Itatí es de un camión compactador de 20m³ de capacidad, un camión volcador de 7m³, 2 tractores con acoplados de 5m³ y carros tirados por tracción a sangre de 2m³ para la tarea de recolección y transporte. Para la tarea de disposición final utilizan una retroexcavadora. Al BCA de Itatí ingresan semanalmente: 10 camiones compactadores, 6 camiones volcadores y los dos acoplados traccionados por su tractor.

Asimismo, el municipio de Paso de la Patria, cuenta con un camión compactador de 20m³, un tractor con acoplado de 5m³ y un camión volcador de 7m³ y carros de 2m³. Ingresando al basural 10 camiones compactadores, 8 camiones volcadores y los carros tirados por caballos, 7 ingresos de tractores con su respectivo acoplado por semana. La tarea de distribución y enterrado de la basura la realizan con un tractor cargador frontal.

Por su parte, el municipio de San Cosme dispone de un camión volcador y un tractor con acoplado, ingresando 8 camiones, 8 tractores con acoplados y 6 carros semanalmente. Mientras que la tarea de disposición final de la basura la llevan a cabo con un tractor cargador frontal-retroexcavador.

CAPÍTULO 2: DESCRIPCIÓN Y GENERACIÓN DE RESIDUOS EN LOS BASURALES ACTUALES

2.5 CANTIDAD DE RESIDUOS GENERADOS Y RECOLECCIÓN DE LOS MISMOS

Se presenta un análisis efectuado de donde se obtendrá la cantidad de residuos generados por la población local y estacional (turistas) de las localidades en estudio, desde dos enfoques los cuales servirán posteriormente, para el dimensionamiento de la planta y el relleno sanitario.

Las localidades en estudio son comunidades pequeñas en donde la producción de residuos está relacionada con el tipo de actividad económica, preponderantemente turística (deportiva, de recreación y esparcimiento, religioso, de estancia, etc.). En relación a este aspecto debemos considerar que las localidades de Paso de la Patria, San Cosme e Itatí generan residuos no solo por sus residentes locales sino también por turistas que las visitan los fines de semanas, en épocas de vacaciones o fines de semanas largos comprendidos de sábado y domingo con inclusión de un día lunes o viernes.

Para el ordenamiento del análisis mencionado en el primer párrafo, se utilizaron los siguientes datos:

- Cantidad de habitantes por localidad años 1.991, 2.001 y 2.010. (Fuente: INDEC)
- Cantidad de visitantes recibidos por las localidades mensualmente (Fuente: Planillas de medición informal hecha por la Dra.: Monjo, Teresita-directora de análisis y evaluación ambiental de la municipalidad de Corrientes.)
- Peso específico de los residuos domiciliarios (Fuente: Según <http://www.estrucplan.com.ar/Producciones/entrega.asp?IdEntrega=1955>)
- Generación de residuos per cápita según Cámara Argentina de la Construcción (CAMARCO).
- Generación de residuos semanales por localidad – teniendo en cuenta la cantidad, tamaño y nivel de utilización de equipos y camiones empleados en las tareas de recolección (Fuente: Planilla de datos brindados por los capataces de servicios públicos de cada localidad.)

Con los datos antes mencionados, se realizó el análisis desde dos enfoques, el primero a través de la cantidad de población, cantidad de visitantes y generación de residuos per cápita y el segundo basado en la recolección de residuos semanales afectado de una densidad suelta (ver tabla 11) de basura promedio por localidad. Los enfoques serán luego comparados y contrastados arrojando diferencias mínimas.

2.5.1 - 1º ENFOQUE

Se considera la existencia de dos clases de población bien diferenciada, por un lado la población local, que reside en la localidad todo el año calendario y por otro lado la población turística que visita la localidad estacionalmente.

Según la CAMARCO estos tipos poblacionales difieren en la cantidad de basura per cápita generada diariamente como se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2: Generación de basura per cápita (Fuente: CAMARCO).

Tipo de Población	Generación de basura per cápita (kg)
Población Local	0,87
Población Turística	1,50

CAPÍTULO 2: DESCRIPCIÓN Y GENERACIÓN DE RESIDUOS EN LOS BASURALES ACTUALES

En la Tabla 5 se presenta la población local de cada municipio para el año 2.015, partiendo de datos poblacionales del censo del año 2.010 y actualizando los valores según coeficientes que se presentan en la Tabla 4.

Tabla 3: Población según censos de INDEC en los años 1.991, 2.001 y 2.010 (Fuente: Elaboración propia).

Localidades	Habitantes censo 1.991	Habitantes censo 2.001	Habitantes censo 2.010
Itatí	4.639	6.084	6.562
Paso de la Patria	2.251	3.498	5.598
San Cosme	1.408	1.989	2.563

Tabla 4: Coeficientes de actualización poblacional (Fuente: Elaboración propia).

Localidades	Variación absoluta 1.991 – 2.001	Variación % 1.991-2.001	Variación absoluta 2.001-2.010	Variación % 2.001-2.010	Variación absoluta 1.991-2.010	Variación % 1.991-2.010	Índice de actualización anual
Itatí	1.445	31%	478	8%	1.923	41,45%	1,0184
Paso de la Patria	1.247	55%	2.100	60%	3.347	148,69%	1,0491
San Cosme	581	41%	574	29%	1.155	82,03%	1,0320

Tabla 5: Población estimada año 2.015 (Fuente: Elaboración propia).

Años	Localidades		
	Itatí	Paso de la Patria	San Cosme
2.010	6.562	5.598	2.563
2.011	6.683	5.873	2.645
2.012	6.806	6.161	2.730
2.013	6.931	6.464	2.817
2.014	7.059	6.782	2.907
2.015	7.189	7.115	3.001

Teniendo en cuenta la población estimada para el año 2.015 y la generación de basura per cápita que se genera diariamente por los habitantes locales, calculamos la cantidad de basura que se generaría diariamente (kg/día) como se muestra en la Tabla 6.

Tabla 6: Cantidad de residuos diarios generados por población local (Fuente: Elaboración propia).

Localidades	Población 2.015	Cantidad de basura per cápita (kg/día)	Cantidad de basura diaria
-------------	-----------------	--	---------------------------

CAPÍTULO 2: DESCRIPCIÓN Y GENERACIÓN DE RESIDUOS EN LOS BASURALES ACTUALES

			(kg/día)
Itatí	7.189	0,87	6.255
Paso de la Patria	7.115	0,87	6.190
San Cosme	3.001	0,87	2.611

La Tabla 7 muestra el ingreso turístico promedio mensual por localidad, según datos obtenidos de mediciones informales por parte de la directora de análisis y evaluación ambiental.

Tabla 7: Cantidad de turistas mensuales promedio (Fuente: Medición informal de Dra.: Monjo, Teresita)

Mes	Itatí	Paso de la Patria	San Cosme
Enero	117.780	168.000	94.224
Febrero	117.780	168.000	94.224
Marzo	117.780	168.000	94.224
Total ene - mar	353.340	504.000	282.672
Abril	15.000	28.000	12.000
Mayo	15.000	28.000	12.000
Junio	15.000	28.000	12.000
Julio	15.000	28.000	12.000
Agosto	15.000	28.000	12.000
Septiembre	15.000	28.000	12.000
Octubre	15.000	28.000	12.000
Noviembre	15.000	28.000	12.000
Diciembre	15.000	28.000	12.000
Total abr - dic	135.000	252.000	108.000

Se efectúa una estimación de la cantidad de turistas que ingresan diariamente a cada localidad, como puede verse en la Tabla 8 en los meses de enero a marzo el ingreso diario es mayor.

Tabla 8: Cantidad de turistas diarios promedio (Fuente: Elaboración propia)

Meses	Itatí	Paso de la Patria	San Cosme
Turistas diarios ene - mar	3.926	5.600	3.141
Turistas diarios abr - dic	500	933	400

El paso siguiente implica determinar la cantidad diaria de basura generada por turistas, lo que se hará multiplicando la cantidad de turistas que ingresan por día por la cantidad estimativa de basura generan los turistas según la Tabla 9.

Tabla 9: Cantidad de residuos diarios generados por población turista (Fuente: Elaboración propia)

CAPÍTULO 2: DESCRIPCIÓN Y GENERACIÓN DE RESIDUOS EN LOS BASURALES ACTUALES

Localidad	Ene – Mar			Abr - Dic		
	Turistas por día	Cantidad de basura per cápita (kg/día)	Total diario (kg/día)	Turistas por día	Cantidad de basura per capital (kg/día)	Total diario (kg/día)
Itatí	3.926	1,5	5.889	500	1,5	750
Paso de la Patria	5.600	1,5	8.400	933	1,5	1.400
San Cosme	3.141	1,5	4.711	400	1,5	600

Por último se calculó, la cantidad total de residuos generados diariamente por localidades, haciendo la sumatoria de los residuos generados por la población local y por turistas. Se considera nuevamente que entre los meses de enero a marzo la generación es mayor lo cual repercutirá en la organización del sistema de recolección, selección y disposición final (ver Tabla 10).

Tabla 10: Cantidad de residuos diarios totales generados por localidad (Fuente: Elaboración propia)

Localidades	Ene – Mar			Abr - Dic		
	Basura turistas (kg/día)	Basura locales (kg/día)	Total (kg/día)	Basura turistas (kg/día)	Basura locales (kg/día)	Total (kg/día)
Itatí	5.889	6.255	12.144	750	6.255	7.005
Paso de la Patria	8.400	6.190	14.590	1.400	6.190	7.590
San Cosme	4.711	2.611	7.322	600	2.611	3.211
Totales	19.000	15.055	34.055	2.750	15.055	17.805

En base a los datos de la Tabla 9, la cantidad diaria de basura generada por las tres localidades en conjunto será 34.055kg para los meses de enero a marzo y 17.805kg para los restantes meses del año.

El promedio diario sin tener en cuenta la estacionalidad de los meses de verano sería 25.930kg.

2.5.2 - 2º ENFOQUE

El segundo enfoque será efectuado a partir de datos recogidos de planillas de capataces de servicios públicos pertenecientes a cada municipio. Las mismas comprenden el plan de movimientos de equipos municipales de recolección (camiones compactadores, volcadores, tractor y acoplado) y el número de viajes efectuados por día según un recorrido determinado.

Para la recolección de residuos se utilizan diferentes tipos de vehículos, que van desde carros con tracción animal hasta evolucionados camiones compactadores, siendo los primeros accionados por recolectores informales.

CAPÍTULO 2: DESCRIPCIÓN Y GENERACIÓN DE RESIDUOS EN LOS BASURALES ACTUALES

Actualmente en las localidades de Itatí y Paso de la Patria las tareas de recolección se realizan 5 días a la semana, de lunes a viernes; en la localidad de San Cosme es efectuada 3 días de la semana.

Durante los días de lluvia el trabajo de recolección es suspendido, debido a la imposibilidad de transitar por caminos dentro de las localidades en estudio ya que la mayoría de las calles son de tipo natural sin ningún tipo de conservación.

Luego de efectuar entrevistas con referentes de la actividad, se considera que la cantidad de residuos generados variará en los diferentes días de la semana, siendo los días lunes en los que se recolectará mayor cantidad de residuos. De la misma manera, y como se menciona con anterioridad, la cantidad de residuos generados será superior durante los meses comprendidos entre enero y marzo debido al impacto de la actividad turística.

Teniendo asimismo en cuenta el peso específico aparente de la basura, entendido este como el peso de los residuos sólidos sueltos en función del volumen ocupado, que se detalla en la Tabla 11, se podrá determinar en promedio la generación de residuos por localidades y así contrastar con el primer enfoque.

Tabla 11: Densidades de residuos.

(Fuente:<http://www.estrucplan.com.ar/Producciones/entrega.asp?IdEntrega=1955>).

Densidad de la basura (kg/m ³)
Ds: Suelta 200 a 300
Dc: Compactada 400 a 500
De: Estabilizada 500 a 600

En una semana normal se estima que llegan: un compactador de 20m³ de capacidad, un camión volcador de 6m³ de capacidad, acoplado de 5m³ tirado por tractor y carros de 2m³ tirados por caballos con diferente frecuencia dependiendo del municipio. A partir de estos datos se elaboró la Tabla 12, considerando que la densidad de basura suelta promedio es de 250kg/m³.

Tabla 12: Estimación de residuos en base a la recolección (Fuente: planillas de capataces y encargados de servicios públicos de los municipios)

Localidad	Compactador (nºxm ³)	Volcador (nºxm ³)	Tractor y acop.(nºxm ³)	Carros (nºxm ³)	Volumen (m ³ /semana)	kg/día
Paso de la Patria	10x20	8x7	7x5	8x2	327	10.954
San Cosme	-	8x7	8x5	6x2	108	3.857
Itatí	10x20	6x7	6x5	11x2	294	10.500
Total						26.036

CAPÍTULO 2: DESCRIPCIÓN Y GENERACIÓN DE RESIDUOS EN LOS BASURALES ACTUALES

Como se puede apreciar, la diferencia entre el primer enfoque y el segundo fue de 106 kg/día.

Para los cálculos posteriores se tomara los datos y la metodología utilizada en el enfoque 1, porque contiene más variables como ser población local y estacional, además de la producción per cápita para cada uno de esos grupos.

2.6 RECOMENDACIONES PROPUESTAS PARA UNA DETERMINACIÓN PRECISA DE LA CANTIDAD DE RESIDUOS GENERADOS

Para poder determinar mejor y en forma precisa la cantidad de RSU que genera una cierta población, se propone que la misma se lograra con mejor exactitud, si en los basurales considerados de bien municipal, en la entrada a los mismos se coloca una báscula para el pesaje de los camiones. El procedimiento es muy sencillo; en el ingreso al predio un encargado, debe realizar un primer pesaje, el cual considera la carga (basura) más el peso del camión y anotar en una planilla de control de pesajes; el camión realiza su tarea de volcado de residuos y al egreso se le realizaría una segunda pesada, anotando nuevamente en la planilla.

La diferencia que arroja entre el pesaje de ingreso y egreso, determina la cantidad de manera más exacta de residuos generados en kg/día. Otra de las recomendaciones es que se debe tener un control total de la frecuencia de los camiones que ingresan al predio; así de esta manera se obtendría la cantidad exacta de RSU acorde a la generación de las poblaciones locales y turistas.

CAPÍTULO 3: CÁLCULO DEL RELLENO SANITARIO

3.1 ASPECTOS DEMOGRÁFICOS

Para la determinación de la cantidad generada de residuos sólidos urbanos diarios en promedio se tomará la metodología aplicada en el primer enfoque del capítulo II. El mismo tenía en cuenta el crecimiento poblacional de turistas y residentes según los índices de actualización determinados. Los valores que se calculen servirán para los cálculos que se realizarán en este capítulo y para definir las dimensiones del relleno sanitario.

El periodo de diseño del relleno que se propone tiene un horizonte de 20 años a futuro, considerando como año de inicio el 2.017; se considera un periodo de 2 años previo al 2.017 como periodo de elaboración del proyecto y de licitación; también cabe aclarar que el cálculo del relleno se realizará año a año según índices de crecimientos poblacionales hasta el año de clausura del mismo, estimado para 2.036.

Considerando la población en las localidades de Itatí, Paso de la Patria y San Cosme en los años 1.991 a 2.010 (según INDEC), que se presentan en la Tabla 13, es posible determinar la tasa de crecimiento anual y la cual nos servirá para la proyección de la población a futuro a lo largo de la vida útil o periodo de diseño del relleno sanitario.

Tabla 13: Población de las localidades en estudio según censos en los años 1.991, 2.001 y 2.010 (Fuente: INDEC)

Localidades	Habitantes censo 1.991	Habitantes censo 2.001	Habitantes censo 2.010
Itatí	4.639	6.084	6.562
Paso de la Patria	2.251	3.498	5.598
San Cosme	1.408	1.989	2.563

Para estimar el crecimiento de la población emplearemos la fórmula de crecimiento geométrico, la cual considera un valor de tasa constante para los sucesivos años. La ecuación generalizada es la siguiente $P_f = P_0 * (1 + r)^n$, a partir de ella se puede inducir al cálculo de una población futura. El cálculo del índice de crecimiento anual para las diferentes localidades se realizará a partir de la siguiente expresión la cual es determinada en base a la fórmula de crecimiento geométrico.

Crecimiento Poblacional

$$r = \sqrt[n]{\frac{P_f}{P_0}} - 1$$

Dónde:

r: índice de crecimiento anual poblacional

n: Periodo comprendido entre 1.991 y 2.010

Aplicando esta ecuación para las distintas localidades puede obtenerse el índice de actualización para cada una de ellas.

Crecimiento Poblacional Itatí

CAPÍTULO 3: CÁLCULO DEL RELLENO SANITARIO

$$r = \left(\sqrt[19]{\frac{6.562}{4.639}} \right) - 1 = 0,18 \%$$

Crecimiento Poblacional San Cosme

$$r = \left(\sqrt[19]{\frac{2.563}{1.408}} \right) - 1 = 0,32 \%$$

Crecimiento Poblacional Paso de la Patria

$$r = \left(\sqrt[19]{\frac{5.598}{2.251}} \right) - 1 = 0,491 \%$$

Resumiendo se puede decir que para el periodo comprendido entre los años 1.991 y 2.010, el índice de actualización fue de: 1,018 para la localidad de Itatí, 1,032 para San Cosme y de 1,049 para Paso de la Patria.

Adoptaremos estos índices para determinar las poblaciones a futuro de las localidades en estudio, que tendrá el mismo rango de años que el propuesto para el periodo de diseño del relleno sanitario.

Cabe destacar que nuestro mayor interés es determinar el volumen del relleno sanitario en base a la producción de RSU en la zona urbana, ya que en la zona rural si bien hay población dispersa es la minoría.

3.2 POBLACIÓN A FUTURO

Calculamos la población a futuro, tanto de las poblaciones locales como de los turistas para tener en cuenta en los posteriores cálculos que respectan al diseño del relleno sanitario. A tal fin se utilizaron los índices antes obtenidos.

La población estimada para cada una de las localidades en estudio, aplicando los índices de actualización anual son las expresadas en la Tabla 14.

Tabla 14: Población local y turista estimadas a futuro (Fuente: Elaboración propia).

Años	Turistas totales por día de las 3 localidades Período ENE-MAR (hab.)	Turistas totales por día de las 3 localidades Período ABR-DIC (hab.)	Población local diaria (hab.)
2.017	16.209	2.083	18.482
2.018	16.801	2.121	19.106
2.019	17.417	2.160	19.755
2.020	18.059	2.200	20.429
2.021	18.727	2.240	21.131
2.022	19.424	2.282	21.860

CAPÍTULO 3: CÁLCULO DEL RELLENO SANITARIO

2.023	20.149	2.324	22.618
2.024	20.904	2.366	23.408
2.025	21.692	2.410	24.229
2.026	22.512	2.454	25.083
2.027	23.367	2.500	25.972
2.028	24.259	2.545	26.898
2.029	25.188	2.592	27.862
2.030	26.156	2.640	28.865
2.031	27.166	2.689	29.910
2.032	28.219	2.738	30.998
2.033	29.317	2.788	32.132
2.034	30.463	2.840	33.312
2.035	31.657	2.892	34.543
2.036	32.904	2.945	35.825

3.3 PRODUCCIÓN PER CÁPITA

La producción de RSU o basura generada por la población, es posible estimar en (kg/hab.día). Para el desarrollo se considerará una producción per cápita para la población local de 0,87 (kg/hab.día) mientras que para los turistas es de 1,50 (kg./hab. día).

3.3.1 PRODUCCIÓN TOTAL

Teniendo en cuenta que al conocer la producción total de RSU, esta nos da un indicio de requerimientos de equipos a utilizar para llevar a cabo las tareas de traslado de los mismos, como así también las que se realizarían en la operación dentro del predio del relleno. Además nos determinaría en función del volumen el espacio requerido para su acumulación transitoria como también el de deposición final. La producción total se ha calculado con la siguiente formula y los valores son los presentados en la Tabla 15.

$$Pt = Pob.* Ppc$$

Dónde:

Pt: Producción total de RSU (kg/día.).

Ppc: Producción per cápita en (kg/hab.-día).

Pob.: Población área urbana (hab.).

Los cálculos de producción total se realizaron año a año para poder determinar con mejor exactitud la misma.

Como se ha dicho en el “capítulo II”, se contempla además que se realice dentro del sitio del relleno sanitario, una planta de selección la que tendrá como objetivo por un lado la separación de la fracción seca con valor comercial y por otro lado la fracción húmeda, compuesta por materia orgánica que será destinada a tratamiento biológico del cual se obtendrá compost o abono regenerador de suelos.

CAPÍTULO 3: CÁLCULO DEL RELLENO SANITARIO

Tabla 15: Generación de residuos de población local y turista estimada (Fuente: Elaboración propia).

Años	Generación de las 3 localidades en el período ENE-MAR (kg./año)	Generación de las 3 localidades en el período ABR-DIC (kg./año)	Generación anual de las 3 localidades (kg./año)	Generación anual de residuos (kg./año)	Generación diaria de residuos (kg./día)
2.017	2.188.169	859.200	5.869.076	8.916.444	24.429
2.018	2.268.082	875.009	6.067.206	9.210.297	25.234
2.019	2.351.290	891.109	6.273.171	9.515.570	26.070
2.020	2.437.939	907.506	6.487.313	9.832.758	26.939
2.021	2.528.181	924.204	6.709.992	10.162.377	27.842
2.022	2.622.177	941.209	6.941.581	10.504.967	28.781
2.023	2.720.094	958.527	7.182.473	10.861.094	29.756
2.024	2.822.107	976.164	7.433.077	11.231.349	30.771
2.025	2.928.401	994.126	7.693.823	11.616.350	31.826
2.026	3.039.166	1.012.417	7.965.160	12.016.744	32.923
2.027	3.154.605	1.031.046	8.247.558	12.433.208	34.064
2.028	3.274.926	1.050.017	8.541.508	12.866.451	35.251
2.029	3.400.351	1.069.338	8.847.525	13.317.213	36.486
2.030	3.531.109	1.089.013	9.166.148	13.786.270	37.771
2.031	3.667.443	1.109.051	9.497.940	14.274.434	39.108
2.032	3.809.603	1.129.458	9.843.492	14.782.552	40.500
2.033	3.957.855	1.150.240	10.203.420	15.311.515	41.949
2.034	4.112.475	1.171.404	10.578.373	15.862.252	43.458
2.035	4.273.752	1.192.958	10.969.026	16.435.736	45.029
2.036	4.441.991	1.214.908	11.376.088	17.032.987	46.666

A continuación en la Tabla 16 se detalla las fracciones de los diferentes materiales que componen la basura.

Tabla 16: Composición típica de los RSU en la Argentina

(Fuente: <http://www.ambiente.gob.ar/observatoriorsu/grupo.asp?Grupo=8075&Subgrupo=8214>)

COMPOSICIÓN TÍPICA DE LOS RSU EN ARGENTINA	
Fracciones de materiales	%
Papel y Cartón	17
Plásticos	14
Vidrio	5
Metales	2
Orgánicos (principalmente restos de alimentos y verdes)	50

CAPÍTULO 3: CÁLCULO DEL RELLENO SANITARIO

Otros	12
Total	100

De la tabla anterior se puede considerar que, el 50% del total de RSU es materia orgánica y que puede ser reutilizada para compostaje y el 38% aproximado es debido a plásticos, papeles, cartones y vidrios que podría servir si se lo recicla. (Fuente: <http://www.ambiente.gob.ar/observatoriorsu/grupo.asp?Grupo=8075&Subgrupo=8214>). El porcentaje de recuperación para reciclaje depende de las calidades con que se los encuentre y por la mano de obra que realiza las tareas de selección.

Para el cálculo del relleno sanitario proponemos que el 15% de lo considerado como materia orgánica será destinado a compostaje y el 25% de lo inorgánico será considerado para la tarea de reciclaje. Por lo tanto el remanente que no tendrá utilidad (fracción orgánica, inorgánica y otros no aprovechables) o sea el 60% lo dispondremos en el relleno, como puede observarse en la Tabla 17.

Tabla 17: Resumen de fracciones propuestas de residuos aprovechables y desechables (Fuente: Elaboración propia).

Tabla resumen	
Fracciones de materiales	%
Fracción orgánica no utilizada	35
Fracción inorgánica no utilizada	13
Total desechado	48
Fracción orgánica a compostaje	15
Fracción inorgánica reciclable	25
Total aprovechado	40
Otros	12

Por lo tanto del total producido lo afectamos por esta disminución de 60% (Total desechado: 48% + Otros: 12%).

$$CRSd = Pt * c$$

Dónde:

CRSd: Cantidad de residuos sólidos diarios a disponer en el relleno (kg/día).

Pt: Producción total de RSU (kg/día).

C: coeficiente de disminución en base a lo dispuesto en el relleno sanitario.

En la siguiente tabla y tomando como base formula presentada con anterioridad, se muestran los volúmenes de residuos generados diariamente por la población total (local y turista).

CAPÍTULO 3: CÁLCULO DEL RELLENO SANITARIO

Tabla 18: Cantidad de residuos generados diariamente por la población total (local y turista). (Fuente: Elaboración propia).

Años	Cantidad de residuos diarios a disponer en el relleno (kg/día)
2.017	14.657
2.018	15.140
2.019	15.642
2.020	16.163
2.021	16.705
2.022	17.268
2.023	17.854
2.024	18.462
2.025	19.095
2.026	19.754
2.027	20.438
2.028	21.150
2.029	21.891
2.030	22.662
2.031	23.465
2.032	24.300
2.033	25.170
2.034	26.075
2.035	27.018
2.036	27.999

3.4 CÁLCULO DEL VOLUMEN DEL RELLENO SANITARIO

El cálculo del volumen del relleno sanitario estará basado, considerando la cantidad de residuos sólidos a ser dispuestos en el mismo, teniendo en cuenta la materia orgánica no recuperable afectado de su densidad en estado compactado y estabilizado. También se considera el material de cobertura que se dispondrá por encima una vez llegado a un cierto nivel, de manera de no perjudicar la visual. Este material de cobertura a considerar varía desde un 20% - 25% del volumen compactado del RSU a ser dispuesto en el relleno.

3.4.1 VOLUMEN DE RESIDUOS SÓLIDOS

Para el cálculo del volumen diario de residuos que se dispondrá en el relleno, se tendrá en cuenta la utilización de la densidad. El valor de las densidades varían según el caso y en este punto se considerará al peso específico de la basura en estado compactado y estabilizado, el cual será realizado a través del equipo retroexcavador. Estas densidades se alcanzan mediante la compactación homogénea y a medida que se estabiliza el relleno, lo cual, como es obvio, incide en la estabilidad y vida útil del sitio.

Se hará utilización de la siguiente fórmula para determinar el volumen diario y anual a disponer en el relleno, considerándose una densidad de 500 kg/m^3 . La fórmula se utilizó para cada año de operación y se detalla según Tabla 19.

CAPÍTULO 3: CÁLCULO DEL RELLENO SANITARIO

$$Vol. diario = \frac{CRSd}{\gamma_{comp}}$$

Dónde:

CRSd: Cantidad de residuos sólidos diarios a disponer en el relleno (kg/día).

γ : Peso específico de la basura compactada y estabilizada (500 kg/m³-600 kg/m³)

(Fuente: http://www.bvsde.opsoms.org/eswww/tecapropiada/desinfec/rellenos_sanitarios.htm).

Tabla 19: Volúmenes anuales de RSU a disponer en el relleno (Fuente: Elaboración propia).

Años	Cantidad de residuos diarios a disponer en el relleno (kg/día)	Volumen de RSU a disponer en el relleno (m³/día)	Volumen anual de RSU a disponer en el relleno (m³/año)
2.017	14.657	29	10.700
2.018	15.140	30	11.052
2.019	15.642	31	11.419
2.020	16.163	32	11.799
2.021	16.705	33	12.195
2.022	17.268	35	12.606
2.023	17.854	36	13.033
2.024	18.462	37	13.478
2.025	19.095	38	13.940
2.026	19.754	40	14.420
2.027	20.438	41	14.920
2.028	21.150	42	15.440
2.029	21.891	44	15.981
2.030	22.662	45	16.544
2.031	23.465	47	17.129
2.032	24.300	49	17.739
2.033	25.170	50	18.374
2.034	26.075	52	19.035
2.035	27.018	54	19.723
2.036	27.999	56	20.440

3.4.2 MATERIAL DE COBERTURA

Como bien se ha mencionado, el material de cobertura a considerar varía en el entorno del 20% - 25% del volumen de basura con cierto grado de compactación que deberá alcanzar entre el 90% y 95% de la densidad óptima del ensayo proctor modificado según la Dirección Nacional de Vialidad (DNV). Aplicando la fórmula que se presenta a continuación es posible determinar el volumen anual de suelo arcilloso para la tarea de sellado de las capas sucesivas del relleno (Fuente: http://www.bvsde.opsoms.org/eswww/tecapropiada/desinfec/rellenos_sanitarios.htm).

CAPÍTULO 3: CÁLCULO DEL RELLENO SANITARIO

Consideraremos un 20% de material de cobertura para el relleno.

$$Vol. cobertura = Vol. anual * (0,20 \text{ a } 0,25)$$

Tabla 20: Volúmenes anual de material de cobertura (Fuente: Elaboración propia).

Años	Vol. anual de material de cobertura (m³/año)
2.017	2.140
2.018	2.210
2.019	2.284
2.020	2.360
2.021	2.439
2.022	2.521
2.023	2.607
2.024	2.696
2.025	2.788
2.026	2.884
2.027	2.984
2.028	3.088
2.029	3.196
2.030	3.309
2.031	3.426
2.032	3.548
2.033	3.675
2.034	3.807
2.035	3.945
2.036	4.088

3.4.3 VOLÚMENES ANUALES DE RSU Y MATERIAL DE COBERTURA A DISPONER EN EL RELLENO

El volumen del relleno sanitario básicamente se compone de dos partes, una es debida a la basura que debe ser dispuesta en este sitio y la otra es un tanto por ciento del mismo que se denomina material de cobertura (se adoptó 20%). En la tabla siguiente se calculó para cada año a lo largo de la vida útil los volúmenes anuales.

$$Vol. total del relleno(anual) = Vol. anual de RSU + Vol. cobertura anual$$

Tabla 21: Volúmenes totales anuales a disponer en el relleno (Fuente: Elaboración propia).

Años	Vol. anual de RSU a disponer en el relleno (m³/año)	Vol. anual de material de cobertura (m³/año)	Volumen anual en el relleno (RSU+M.C) (m³/año)
2.017	10.700	2.140	12.840

CAPÍTULO 3: CÁLCULO DEL RELLENO SANITARIO

2.018	11.052	2.210	13.263
2.019	11.419	2.284	13.702
2.020	11.799	2.360	14.159
2.021	12.195	2.439	14.634
2.022	12.606	2.521	15.127
2.023	13.033	2.607	15.640
2.024	13.478	2.696	16.173
2.025	13.940	2.788	16.728
2.026	14.420	2.884	17.304
2.027	14.920	2.984	17.904
2.028	15.440	3.088	18.528
2.029	15.981	3.196	19.177
2.030	16.544	3.309	19.852
2.031	17.129	3.426	20.555
2.032	17.739	3.548	21.287
2.033	18.374	3.675	22.049
2.034	19.035	3.807	22.842
2.035	19.723	3.945	23.667
2.036	20.440	4.088	24.528

3.4.4 VOLUMEN TOTAL DEL RELLENO AL FINAL DE SU VIDA ÚTIL (20 AÑOS)

Aquí se calculó el volumen total resultante de los residuos y la cobertura a lo largo de la vida útil propuesta para el relleno. El mismo se pudo obtener de realizar la suma total de todos los años de operación del relleno.

$$\text{Vol. total del relleno(20 años)} = \sum_{i=1}^n V_i$$

Dónde:

V_i : Vol. anual a disponer en el relleno

$$\text{Vol. total del relleno(20 años)} = 359.958 \text{ m}^3$$

3.4.5 CÁLCULO DEL ÁREA REQUERIDA POR EL RELLENO

Optaremos por una altura en promedio para el relleno de 7 metros, considerándose 3,5 metros tanto en excavación como por sobre el terreno natural.

Por lo tanto el cálculo del área requerida para poder depositar el volumen total y así conformar el relleno será la siguiente:

$$A_{\text{req}} = \frac{\text{Vol. total del relleno (m}^3\text{)}}{h \text{ (m)}}$$

Dónde:

A_{req} : Área requerida para poder depositar el volumen total a lo largo de 20 años.

$$A_{\text{req}} = \frac{359.958 \text{ m}^3}{7 \text{ m}} = 51.423 \text{ m}^2$$

CAPÍTULO 3: CÁLCULO DEL RELLENO SANITARIO

3.4.6 CÁLCULO DEL ÁREA TOTAL REQUERIDA POR EL PREDIO DONDE SE DISPONDRÁ EL RELLENO SANITARIO

El área total que se deberá disponer para que pueda alojarse el relleno y todo tipo de otras instalaciones complementarias, como galpón, oficina, garita, etc., se la calcula de la siguiente manera considerando un factor de mayoración.

$$A_{reqtotal} = A_{req} * F$$

Dónde:

$A_{reqtotal}$: Área total del predio capaz de alojar el relleno y las instalaciones de tipo de complementarias.

F: Es un factor de mayoración que involucra las oficinas administrativas, instalaciones sanitarias, caminos internos, retiro de líneas municipales, etc. Varía de (20% a 40%).

Adoptamos un valor intermedio, o sea un 30%.

$$A_{reqtotal} = 51.423 \text{ m}^2 * 1,30 = \mathbf{66.850 \text{ m}^2}$$

Para cumplir con este requerimiento como mínimo, adoptaremos un terreno de dimensiones tal que:

$$A = l * a > A_{reqtotal}$$

Dónde:

A= Área del terreno adoptado el cual debe ser mayor al área requerida total

l: largo del terreno

a: ancho del terreno

Adoptamos entonces dos dimensiones para cumplir con este requerimiento:

$$l = 500 \text{ m} \wedge a = 300 \text{ m}$$

Por lo tanto el área total será de:

$$\text{Area total} = 500 \text{ m} * 300 \text{ m} = \mathbf{150.000 \text{ m}^2} > \mathbf{66.850 \text{ m}^2}$$

3.4.7 VOLUMEN DE CADA MÓDULO

Para este cálculo adoptamos una vida útil de 5 años para cada módulo. En lo que respecta al cálculo del volumen del módulo, se tiene en cuenta la densidad de los residuos compactados, la vida útil del mismo y la cantidad de residuos a ser dispuestos.

$$\text{Vol. mód.} = \frac{\text{Vol. total}}{\text{nº de módulos}}$$

Dónde:

Vol. total: Cantidad de residuos sólidos diarios a lo largo de la vida útil del relleno (m^3).

Nº de módulos: se adopta un total de 4 módulos ya que cada uno tendrá una vida útil de 5 años.

$$\text{Vol. mód.} = \frac{359.958 \text{ m}^3}{4 \text{ módulos}} = \mathbf{89.990 \text{ m}^3}$$

CAPÍTULO 3: CÁLCULO DEL RELLENO SANITARIO

3.4.8 LONGITUD DEL MÓDULO

$$l = \frac{\text{Vol. mód}}{a * h_{\text{total}}}$$

Dónde:

l: Largo del módulo

Vol. mód.: Volumen del módulo (m³)

a: Ancho del módulo (m)

h total: Altura total adoptada para el relleno (m)

El ancho a adoptar será de 75 m.

$$L = \frac{89.990 \text{ m}^3}{75 \text{ m} * 7 \text{ m}} = \mathbf{171 \text{ m}}$$

Adoptamos entonces **175 m**.

3.4.9 ÁREA EFECTIVA DEL MÓDULO

Al contar con las dimensiones calculadas y adoptadas en cuanto a ancho y largo, que servirá para alojar el volumen previsto para cada módulo, decimos entonces que el área efectiva utilizada por cada módulo dentro del predio será el siguiente:

$$\text{Área efectiva} = L * a$$

$$\text{Área efectiva} = 175 \text{ m} * 75 \text{ m} = \mathbf{13.125 \text{ m}^2}$$

Por lo tanto, habiendo determinado el área y considerando una altura del relleno de 7 m siendo este la suma de dos partes, una en parte excavada (3,5 metros por debajo del terreno) y la otra por sobre la superficie del terreno (3,5 metros por encima), se puede determinar la capacidad volumétrica del módulo.

$$\text{Vol. mód.} = l * a * h_{\text{total}}$$

Entonces el volumen definitivo del módulo será el siguiente:

$$\text{Vol. mód.} = l * a * h_{\text{total}}$$

$$\text{Vol. mód.} = 175 \text{ m} * 75 \text{ m} * 7 \text{ m} = \mathbf{91.875 \text{ m}^3}$$

Este volumen termina siendo mayor que el volumen requerido por el modulo, calculado para una vida útil de 5 años.

$$\text{Vol. calculado} \geq \text{Vol. requerido} \rightarrow \mathbf{91.875 \text{ m}^3 \geq 89.990 \text{ m}^3}$$

3.5 VERIFICACIÓN DE LA TENSIÓN EN EL TERRENO

La tensión admisible del terreno en donde se propone la instalación del relleno es de 0,90 kg/cm². (Fuente: Dirección provincial de vialidad)

Considerando el volumen de **91.875 m³** antes calculado y si a esto lo multiplicamos por la densidad de la basura en estado compactada y estabilizada, nos daría como resultado el peso total sobre el terreno.

Entonces el cálculo del peso o fuerza sobre el terreno será el siguiente:

$$\text{Peso} = \text{Volumen} * \gamma_{\text{comp}}$$

CAPÍTULO 3: CÁLCULO DEL RELLENO SANITARIO

$$\text{Peso} = 91.875 \text{ m}^3 * 500 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 45.937.500 \text{ kg}$$

Aplicamos la fórmula de tensión, $\sigma = \frac{P}{\Omega}$ y luego verificamos que la misma sea menor que $\sigma_{\text{adm terreno}} = 0,90 \text{ kg/cm}^2$.

Consideramos para este cálculo el área efectiva calculada anteriormente: Área efectiva: 13.125 m^2 .

$$\sigma = \frac{45.937.500 \text{ kg}}{13.125 \text{ m}^2} = 3.500 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

Convirtiendo este valor a (kg/cm^2) para que pueda ser comparable con la tensión admisible del terreno, resulta ser: $\sigma = 3.500 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * \frac{1 \text{ m}^2}{10.000 \text{ cm}^2} \cong 0,35 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$

Como se puede observar el valor se encuentra muy por debajo de la capacidad portante del suelo.

$$\sigma = 0,35 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \leq \sigma_{\text{adm terreno}} = 0,90 \text{ kg/cm}^2$$

3.6 CÁLCULO DE LA CELDA DIARIA

La celda diaria está conformada por los residuos sólidos más el manto de cobertura, con la finalidad de generar un frente de trabajo apto para poder almacenar los mismos.

$$\text{CMDrs} = \text{CRSd} * \left(\frac{7}{\text{días laborables}} \right)$$

Donde.

CMdrs: Cantidad media diaria de residuos a disponer en el relleno sanitario (kg/día)

CRSd: Cantidad de residuos sólidos diarios generados en un día (kg/día).

Días laborables: de 5 a 6 días de una semana. En nuestro caso adoptamos 5 días por ser municipios pequeños.

Tabla 22: Volúmenes de residuos generados diariamente por la población total (local y turista).

Años	Generación diaria de residuos (kg./día)	Cantidad media diaria a disponer (kg/día)
2.017	24.429	34.200
2.018	25.234	35.327
2.019	26.070	36.498
2.020	26.939	37.715
2.021	27.842	38.979
2.022	28.781	40.293
2.023	29.756	41.659
2.024	30.771	43.079
2.025	31.826	44.556
2.026	32.923	46.092
2.027	34.064	47.689

CAPÍTULO 3: CÁLCULO DEL RELLENO SANITARIO

2.028	35.251	49.351
2.029	36.486	51.080
2.030	37.771	52.879
2.031	39.108	54.751
2.032	40.500	56.700
2.033	41.949	58.729
2.034	43.458	60.842
2.035	45.029	63.041
2.036	46.666	65.332

El volumen de la celda diaria será calculado de acuerdo a la siguiente expresión, para cada año de operación y los datos serán los de la tabla que se presenta a continuación.

$$\text{Vol. celda diaria} = \text{CMDrs} * \frac{\text{mc}}{\gamma_{\text{comp}}}$$

Donde.

CMdrs: Cantidad media diaria de residuos a disponer en el relleno sanitario (kg/día)

γ_{comp} : Densidad del residuo recién compactado 400-500kg/m³ (Fuente: http://www.bvsde.ops-oms.org/eswww/tecapropiada/desinfec/rellenos_sanitarios.htm)

m.c: material de cobertura (20% - 25%) del total de residuos.

La densidad en este caso recién compactada es inferior a la utilizada para el cálculo de volumen del relleno (500 kg/m³ estabilizada-compactada).

Tabla 23: Volúmenes de residuos generados diariamente por la población total (local y turista).

Años	Cantidad media diaria a disponer (kg/día)	Volumen de la celda diaria (m ³ /día)
2.017	34.200	103
2.018	35.327	106
2.019	36.498	109
2.020	37.715	113
2.021	38.979	117
2.022	40.293	121
2.023	41.659	125
2.024	43.079	129
2.025	44.556	134
2.026	46.092	138
2.027	47.689	143
2.028	49.351	148
2.029	51.080	153
2.030	52.879	159
2.031	54.751	164
2.032	56.700	170

CAPÍTULO 3: CÁLCULO DEL RELLENO SANITARIO

2.033	58.729	176
2.034	60.842	183
2.035	63.041	189
2.036	65.332	196

3.6.1 DIMENSIONES DE LA CELDA DIARIA

Ya obtenido el volumen por celda y la profundidad de excavación para el relleno, es posible determinar el área de la misma y se lo calculará de acuerdo a la siguiente expresión haciéndolo para cada año de operación como se viene planteando con anterioridad.

$$Acd = \frac{\text{Vol. celda diaria}}{h. \text{excav.}}$$

Dónde:

Acd: Área celda diaria (m²/día)

h.excav.: 1,5 a 2,0 m según Flintoff.

Tabla 24: Volúmenes de residuos generados diariamente por la población total (local y turista).

Años	Volumen diario de celda (m ³ /día)	Área de la celda diaria (m ² /día)
2.017	103	
2.018	106	
2.019	109	73
2.020	113	75
2.021	117	78
2.022	121	81
2.023	125	83
2.024	129	86
2.025	134	89
2.026	138	92
2.027	143	95
2.028	148	99
2.029	153	102
2.030	159	106
2.031	164	110
2.032	170	113
2.033	176	117
2.034	183	122
2.035	189	126
2.036	196	131

CAPÍTULO 3: CÁLCULO DEL RELLENO SANITARIO

3.7 GENERACIÓN DE LIXIVIADOS

El volumen de lixiviado tiene en cuenta lo siguiente:

- Precipitación en el área del relleno
- Evapotranspiración
- Escorrentía superficial y/o subterránea
- Grado de compactación
- Humedad natural de los residuos solidos

El volumen de lixiviado puede aumentar por la incidencia de las lluvias directamente sobre los residuos acumulados o bien por infiltración.

Como en nuestro caso no se cuenta con datos de precipitación de un periodo considerado, ni de evapotranspiración se utilizará el método suizo el cual permite calcular de manera rápida y sencilla el volumen de lixiviado y el mismo refleja buenos resultados.

$$Q = \frac{1}{t} * \text{Prec.} * A_{\text{total}} * K$$

Dónde:

Q: Caudal medio de lixiviado (L/s)

Prec: Precipitación media anual (mm/año)

A: Área superficial del relleno (m²)

t: Tiempo en seg. de un año (31.536.000 s/año)

K: Coeficiente que depende del grado de compactación de la basura. Para él se estiman los siguientes:

Para rellenos débilmente compactados con peso específico de 0,4 a 0,7tn/m³, se estima una producción de lixiviado correspondiente al 25% - 50% de precipitación media anual. Por lo tanto el K a adoptar esta en el entorno de 0,25 a 0,50.

Para los cálculos posteriores se adoptó un valor de K=0,30

Para rellenos fuertemente compactados con peso específico mayor a 0,7tn/m³, se estima una producción de lixiviado correspondiente al 15%-25% de precipitación media anual. Por lo tanto el K a adoptar esta en el entorno de 0,15 a 0,25.

La precipitación promedio anual en la franja que comprende las localidades de Paso de la Patria hasta Itatí es de 1.200 milímetros como se describió en capítulo I, por lo tanto es la precipitación que se utilizará para el cálculo del caudal generado por módulos.

$$Q = \frac{1}{31.536.000 \text{ seg/año}} * 1200 \frac{\text{mm}}{\text{año}} * 13.125 \text{ m}^2 * 0,3 = 0,15 \frac{\text{litros}}{\text{seg}}$$

3.7.1 CAUDAL MEDIO MENSUAL DE LIXIVIADO

Partiendo de la formula anterior podremos calcular el caudal generado para el mes de máxima precipitación. El mes de máxima precipitación tomado para el cálculo, se basa en un análisis de los últimos 4 años periodo considerado entre julio de 2.012 y mayo de 2.015, según datos la estación meteorológica del ICAA y la misma fue de 287,3 mm para el mes de marzo del año 2.013. El caudal que se obtendrá será para cada módulo ya que una vez terminado cada se lo considera como impermeable e independiente del resto de los módulos.

$$Q_{\text{lm}} = \text{Prec} * A_{\text{total}} * K$$

CAPÍTULO 3: CÁLCULO DEL RELLENO SANITARIO

$$Q_{lm} = 287,3 \frac{\text{mm}}{\text{mes}} * 13.125 \text{ m}^2 * 0,30 = \mathbf{1.131.244 \text{ litros/mes}}$$

$$Q_{lm} \left(\frac{\text{litros}}{\text{seg}} \right) = 1.131.244 \frac{\text{litros}}{\text{mes}} * 1 \frac{\text{mes}}{2.678.400 \text{ seg}} \text{seg(mes marzo)} = \mathbf{0,42 \text{ litros/s}}$$

Dónde:

Q_{lm} : Caudal medio mensual de lixiviado (litros/mes) o (litros/s)

Prec: Se consideró la precipitación máxima mensual dentro del periodo julio de 2.012 y mayo de 2.015.

3.7.2 VOLUMEN DE LIXIVIADO

El volumen de lixiviado será estimado en base a la siguiente formula y considerando el caudal medio mensual antes calculado, pudiendo ser variable en función de la precipitación.

$$\text{Vol. lixiviado} = Q_{lm} * t$$

Dónde:

Vol. lixiviado: Volumen de lixiviado que será almacenado (litros/año)

Q_{lm} : Caudal medio mensual de lixiviado (litros/mes)

t: Periodo máximo de meses con lluvias (mes)

$$\text{Vol. lixiviado} = 1.131.244 \frac{\text{litros}}{\text{mes}} * 12 \text{meses} = \mathbf{13.574.925 \left(\frac{\text{litros}}{\text{año}} \right)}$$

En cuanto al sistema de recolección, almacenamiento y tratamiento que se pudiera llegar a dar a estos líquidos, como del sistema de venteo y pozos de monitoreo de aguas subterráneas serán descritos en el capítulo de “infraestructura básica del relleno sanitario y del entorno”, donde se detallará con sus esquemas respectivos.

Por otra parte se aclara que este anteproyecto no contemplará el cálculo de la infraestructura necesaria para la evacuación de líquidos de lixiviado, comprendida por el sistema de cañerías primarias y secundarias como así de la estación de bombeo para almacenar los mismos; solo se hará mención del sistema de tratamiento que puede recibir dicho líquido para poder devolverlos a cursos naturales o ser reutilizados.

CAPÍTULO 4: ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS PARA LA DETERMINACIÓN DEL SITIO DEL RELLENO SANITARIO

4.1 SELECCIÓN DEL SITIO PARA EL RELLENO SANITARIO Y PLANTA DE SELECCIÓN

En este capítulo se analizarán diferentes alternativas en cuanto a sitios disponibles en las localidades de Paso de la Patria y San Cosme, con el fin de establecer el lugar que mejor se adapte para la implementación del relleno sanitario y planta de selección que también alojaría los residuos provenientes de la localidad de Itatí.

En la localidad de Itatí se pretende realizar una planta de selección de manera que los residuos no aprovechables en la misma sean transportados y depositados en el relleno que deberá ser elegido entre varias alternativas motivo que se tratara en este capítulo.

4.1.1 JUSTIFICACIÓN DE LA PLANTA DE SELECCIÓN EN ITATÍ

Se plantea la ejecución de una planta de selección en la localidad de Itatí, que proponemos ubicarla en el predio donde actualmente funciona el BUM; el cual se halla ubicado al sur del casco urbano (Ver anexo planos: plano nº1). Uno de los motivos que llevo a contemplar la realización de una planta en esta localidad es por el hecho que se encuentra alejada a más de 20 kilómetros de las otras dos localidades en estudio.

Las ventajas además de realizar una planta de selección en esta localidad serán las siguientes:

- Reducir los costos de transporte y volúmenes a transportar al relleno.
- Aumento de la vida útil y disminución en costos de mantenimiento de los equipos de recolección.
- Mejor organización en el servicio de recolección, ya que ciertos equipos estarán abocados a la recolección, mientras que el equipo de traslado será otro.
- Reducción en la contaminación ambiental, porque al ser un solo equipo y de mayor porte el que realice el traslado hasta el relleno, se tendría menor emisión de gases.
- Menores gastos de mano de obra en la tarea de traslado, por ser un único equipo quien lleve los residuos hasta el relleno.

4.1.2 NECESIDAD DE IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS

Se propone la construcción de dos plantas de selección: una ubicada en el mismo predio donde se efectuará el relleno sanitario propiamente dicho y otra que se ubicará en la localidad de Itatí por estar alejada del predio antes mencionado. La producción de la planta de selección de Itatí, depositará sus residuos remanentes en el relleno sanitario.

- La necesidad de instalar una planta en la localidad de Itatí que contaría con un equipamiento básico para la selección, es porque la misma se encuentra a unos 40 kilómetros aproximadamente distante de las alternativas que se proponen dentro de este capítulo en el que solo una terminara siendo elegida, como lugar donde se realizara el relleno sanitario. Según estudios realizados por diferentes autores no se recomienda el traslado de la basura por más de 20 kilómetros porque el servicio de transporte se vuelve costoso. Además las

CAPÍTULO 4: ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS PARA LA DETERMINACIÓN DEL SITIO DEL RELLENO SANITARIO

personas que deberían trabajar en la planta y relleno sanitario, que se ubicara en San Cosme o Paso de la Patria según resulte la mejor alternativa, también quedarían distantes.

- Otra de las razones de la implementación de una planta de selección en la localidad de Itatí, surge porque el municipio no quiere mandar sus camiones al lugar de disposición final directamente.
- Dichas plantas servirán para efectuar una clasificación de los materiales, definiendo cuales poseen cualidades para ser reciclados y posteriormente comercializados, diferenciándose aquellos que formaran parte del denominado relleno sanitario. Se espera de esta manera que la planta disminuya la cantidad de residuos destinados a este último.

4.2 CARACTERIZACIÓN DE SITIOS POSIBLES PARA EL ESTABLECIMIENTO DEL RELLENO SANITARIO Y PLANTA DE SELECCIÓN

Ahora bien se realizará una caracterización de los sitios que consideramos posibles para implementar un relleno sanitario y planta de selección.

Los mismos fueron determinados luego de una observación de campo e imágenes satelitales, considerando que estaban alejados equidistantemente de los centros urbanos con la finalidad de que cada municipio realice el menor recorrido posible hasta el relleno.

Los objetivos principales del proceso de selección de sitios son

- Minimizar los riesgos para la salud humana,
- Minimizar impactos ambientales negativos,
- Minimizar costos de infraestructura, operación, mantenimiento y pos clausura,
- Maximizar la aceptabilidad de la comunidad.

Además otras posibilidades son imposibles de considerar, por estar los terrenos en propiedad de explotaciones agroganaderas intensivas, floricultores, tendaleros de producción tomatera y morronera, sembradíos de mandioca, zapallitos y porotos, parque zoológico de la provincia, parque de aves y especies arbóreas privadas, que ven al proyecto de un relleno sanitario cerca de sus predios como una amenaza, aunque reconocen la necesidad de un tratamiento controlado de los residuos.

Sitio 1:

El mismo se encuentra en las inmediaciones del cruce de las Rutas Provinciales nº 1 y nº 2.

Ambas rutas conforman la red vial rural, donde la primera antes mencionada hace referencia a la traza antigua de una vía de comunicación entre las localidades de Paso de la Patria e Itatí. La Ruta Provincial nº 1 atraviesa una zona relativamente alta en relación a la cañada Ipucú, que la recorre en forma casi paralela. Esta cañada en épocas de lluvia es superada en capacidad de almacenamiento y rebalsa (Fuente: comunicación personal con lugareños) y anega a la Ruta Provincial nº 2; esta ruta la corta casi perpendicularmente y se une a la Ruta Nacional nº 12 con un paraje costero conocido con el nombre de puerto Gonzales. Esta ruta además presenta complicaciones de transitabilidad por el estado de conservación. A escasos metros de este sitio propuesto se encuentra la escuela pública primaria Nº 783 y población rural dispersa.

CAPÍTULO 4: ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS PARA LA DETERMINACIÓN DEL SITIO DEL RELLENO SANITARIO

Sitio 2:

Esta alternativa se encuentra a la vera de la Ruta Provincial nº 95, siendo un camino rural consolidado en estado de conservación regular a escasos tres kilómetros de la Ruta Nacional nº 12. Este sitio cuenta con el tendido energético por parte de la DPEC (Dirección Provincial de Energía de Corrientes).

Las características del suelo, correspondientes a un sondeo hecho a 50 centímetros del alambrado en la progresiva 3.000 LD (lado derecho) efectuada por DVP de Corrientes (Dirección de Vialidad Provincial de Corrientes) describe, luego del destape de unos 10 centímetros hasta la frontera orgánica, al suelo como arcillo-arenoso; luego los 20 centímetros posteriores como arcilloso, con elevación de la plasticidad a medida que crece en profundidad hasta los 1,50 metros; de allí hasta aproximadamente los 2 metros la afluencia de agua impide continuar, estimándose la presencia de napas freáticas a la profundidad de 1.80 metros. Esta situación se estima debida a la presencia de varias lagunas en la zona. Alrededor del sitio se encuentra la presencia de un desarrollo habitacional creciente.

Sitio 3:

La última alternativa que se considera para la elección del sitio, se encuentra a la vera de la Ruta Provincial nº 9 en el kilómetro 13,8. La misma se encuentra asfaltada en todo el tramo y en buen estado de conservación y mantenimiento. Este terreno está ubicado a unos 5 kilómetros del empalme con la Ruta Nacional nº 12.

El terreno se encuentra en cota alta respecto a otros del alrededor; el ingreso al mismo desde la ruta se encuentra en buen estado. Según datos aportados por la DNV (Dirección Nacional de Vialidad) por encontrarse ocupando terrenos lindantes para préstamos de suelos, de comunicación personal se admite que el tipo de suelo es arcilloso, con una resistencia de $0,90\text{kg/cm}^2$; la profundidad de la napa se encuentra por debajo de los 5 metros aproximadamente medido desde el nivel de terreno natural.

4.3 METODOLOGÍA A APLICAR PARA LA SELECCIÓN DEL SITIO

El modelo matemático a utilizar como apoyo a la decisión para la selección del mejor lugar para implantar el relleno y planta de tratamiento, se basa en el método de optimización multiobjetivo conocido como Análisis Jerárquico (Fuente: Modelo de optimización multiobjetivo utilizado como sistema de apoyo a la decisión en el proceso de otorgamiento de becas en las facultades de la Universidad Nacional del Nordeste, Pilar, Jorge).

El método fue desarrollado por el profesor Thomas Saaty, quien fue profesor de estadística e investigación operativa en la universidad de Pennsylvania (1.969-1.979), (Fuente: http://en.wikipedia.org/wiki/Thomas_L._Saaty).

4.3.1 MÉTODO DE ANÁLISIS JERÁRQUICO

El método consiste en elegir una alternativa entre varias posibles, clasificándolas según un nivel de importancia subjetivo dentro de una misma escala de valores que se presenta a continuación; la mejor alternativa se obtiene mediante la comparación paritaria entre criterios y luego entre alternativas.

Para esto se confecciona primero una matriz en donde se compara con valores subjetivos los aspectos o criterios de las filas con respecto a los aspectos o criterios de las columnas; luego se realiza lo mismo con las alternativas posibles donde también

CAPÍTULO 4: ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS PARA LA DETERMINACIÓN DEL SITIO DEL RELLENO SANITARIO

se comparan las alternativas de las filas con respecto a las alternativas de las columnas.

Los valores a colocar dentro de cada celda, corresponden a una escala ideada por Saaty utilizando un rango de entre 1 y 9 (ver Tabla 25).

Tabla 25: Valores numéricos considerados por Saaty (Fuente: http://issuu.com/selloeditorial/docs/guia_metodologica_infraestructura/18)

Valor	Significado
1	Es lo mismo
2	
3	Es un poco más importante
4	
5	Es mucho más importante
6	
7	Es fuertemente más importante
8	
9	Es absolutamente más importante

El resultado de la matriz el cual se considera como autovector, representa la importancia, en porcentaje, de una alternativa o criterio en la decisión a tomar. Los componentes de dicho autovector, son el resultado de sumar los valores de cada columna de la matriz.

4.4 PARÁMETROS INTERNACIONALES PARA LA SELECCIÓN DE SITIOS

Para la selección del sitio más apropiado se tendrán en cuenta las restricciones establecidas por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA), donde las mismas serán adaptadas a la realidad de la zona de estudio y estarán contenidas en los aspectos que se consideraran a posteriori para aplicar la metodología antes descripta.

Las restricciones a las que se hacen referencia son las siguientes:

Humedales: No podrá construirse un centro de disposición final (CDF) en un humedal, salvo que se demuestre, a partir de estudios pertinentes, que no se esté afectando su funcionalidad y se minimicen los impactos negativos sobre sus recursos bióticos y abióticos.

Zonas de Fallas: Los CDF no pueden instalarse dentro de los 60 m a partir de una línea de falla que haya tenido un desplazamiento en el período Holoceno. Dicho periodo se encuentra comprendido entre los últimos 11.784 años, tomando como referencia el año 2.000. (Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Holoceno>)

Zonas de Impactos Sísmicos: Un CDF no puede ser localizado dentro de una zona de impacto sísmico, a menos que se justifique que todas sus estructuras de

CAPÍTULO 4: ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS PARA LA DETERMINACIÓN DEL SITIO DEL RELLENO SANITARIO

contención estén diseñadas para resistir una aceleración horizontal máxima establecida por la legislación de la región.

Zonas Inestables: Los CDF ubicados en zonas inestables deben demostrar que su diseño asegure la estabilidad de los componentes estructurales. Las zonas inestables incluyen: zonas propensas de deslizamientos de terrenos, zonas de minas subterráneas, etc.

Aeropuertos: Los rellenos sanitarios no podrán realizarse a una distancia menor a 3 kilómetros de aeropuertos que operen con aviones a turbina y a 1,5 kilómetros de los que operen con motor a pistón.

Uso del Suelo: Se restringe la localización del CDF en reservas naturales de cualquier tipo.

4.5 VARIABLES CONSIDERADAS PARA SER APLICADAS EN EL ANÁLISIS JERÁRQUICO

Para la evaluación y selección del mejor sitio, donde se construirá el relleno sanitario es necesario considerar variables además de los parámetros internacionales antes mencionados, que influirán en el futuro y servirán para prevenir el impacto negativo al ambiente y la salud pública. Se nombrarán a continuación un número de 20 variables que se considerarán dentro de 5 aspectos, los cuales servirán en la aplicación de la metodología de selección.

1. Geomorfología
2. Tipo de suelo (hasta el primer acuífero)
3. Profundidad del suelo
4. Profundidad de la napa
5. Pendiente del terreno
6. Distancia a aeropuertos
7. Uso del suelo
8. Distancia a aguas superficiales
9. Distancia al área de suministro de agua
10. Distancia al borde del centro urbano
11. Tipo de caminos
12. Estado de los caminos
13. Tránsito local
14. Distancia a la red vial
15. Duración del terreno
16. Dominio del terreno
17. Dirección del viento
18. Disponibilidad de servicios
19. Vegetación afectada
20. Fauna afectada

CAPÍTULO 4: ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS PARA LA DETERMINACIÓN DEL SITIO DEL RELLENO SANITARIO

4.6 APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE ANÁLISIS JERÁRQUICO

Se aplicará a continuación la metodología propuesta, partiendo que ninguna de las alternativas es mejor o peor que otra. Definir una de ellas entre varias posibles considerando varios criterios simultáneamente, no es una tarea fácil, ya que es fuente de potenciales conflictos. (Fuente: Introducción a la optimización multiobjetivo-multicriterio. Dr. Ing.: Pilar, Jorge).

Los criterios o aspectos considerados para este anteproyecto fueron:

- **Geotécnicos:** El mismo está comprendido por las siguientes variables a considerar como, tipo de suelo, profundidad de la napa, pendiente del terreno, uso del suelo, distancia a aguas superficiales, algunos de estos influyen en el movimiento de suelo, el cual determinara el costo de la obra. Por lo tanto, los mismos influyen directamente sobre los aspectos económicos, por ende se le asignara un valor alto de prioridad.
- **Técnicos:** En este aspecto se analizarán las variables como, distancia a aeropuertos las cuales deberán ser cumplimentadas según los parámetros internacionales, otras de las variables analizadas son las distancias a la red vial existente, el estado y tipo de los mismos, para que el servicio no sea interrumpido en épocas de lluvias y el relleno sea funcional operativamente los 365 días del año; la duración del terreno es otro factor importante a ser analizado ya que todo el anteproyecto dependerá del mismo.
- **Ambientales:** Se tiene en cuenta la flora y la fauna del lugar, con el objetivo de minimizar los impactos negativos que pudieran generarse durante las etapas de construcción como de operación.
- **Sociales:** aquí se tendrá en cuenta la distancia a los centros urbanos, con el objetivo de causar la menor molestia a los vecinos
- **Económicos:** considera desde la compra del terreno; preparación del mismo (nivelación y transporte de suelos), como también la construcción de la planta de selección, módulo del relleno y equipamientos a ser utilizados.

4.6.1 COMPARACIÓN ENTRE ASPECTOS CONSIDERADOS

Aquí se procede a armar la matriz de comparaciones paritarias entre los 5 aspectos considerados, aplicando la escala de valores mencionados en la Tabla 25.

Tabla 26: Matriz de las comparaciones paritarias entre aspectos considerados (Fuente: elaboración propia)

Aspectos Aspectos	Aspectos geotécnicos	Aspectos ambientales	Aspectos sociales	Aspectos técnicos	Aspectos económicos
Aspectos geotécnicos	1,00	2,00	0,50	1,00	1,00
Aspectos ambientales	0,50	1,00	2,00	2,00	0,50
Aspectos sociales	2,00	0,50	1,00	1,00	0,75
Aspectos técnicos	1,00	0,50	1,00	1,00	0,50

CAPÍTULO 4: ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS PARA LA DETERMINACIÓN DEL SITIO DEL RELLENO SANITARIO

Aspectos económicos	1,00	0,50	1,33	2,00	1,00	
Sumatoria	5,50	4,50	5,83	7,00	3,75	
1/Sumatoria	0,18	0,22	0,17	0,14	0,27	Suma
Autovector K	0,18	0,22	0,17	0,15	0,27	1,00

La línea inferior de esta tabla representa el vector de prioridades, el cual refleja una importancia en el aspecto económico del 27%, seguido por el aspecto ambiental con el 23%, mientras los aspectos restantes están por debajo del 20%.

4.6.2 COMPARACIÓN ENTRE ALTERNATIVAS SEGÚN LOS ASPECTOS

Siguiendo con el método de análisis jerárquico, las 3 alternativas de sitio se compararon entre sí, según los 5 aspectos considerados. Se ha considerado la misma escala de valoración del 1 al 9 presentado según Tabla 25. El resultado de este análisis entregó 5 autovectores que representan las preferencias de cada una de las alternativas considerando los aspectos antes mencionados.

Tabla 27: Comparación de las alternativas según el aspecto geotécnico (Fuente: Elaboración propia)

Alternativas	1	2	3	
1	1,00	0,14	0,20	
2	7,00	1,00	0,75	
3	5,00	1,33	1,00	
Sumatoria	13,00	2,48	1,95	
1/Sumatoria	0,08	0,40	0,51	Suma
Autovector	0,09	0,40	0,51	1,00

Aquí el autovector demuestra que la alternativa 3, en cuanto al aspecto geotécnico tiene un peso del 50%, seguido de la alternativa 2 con un porcentaje del 40% mientras que el resto es para la alternativa 1.

Tabla 28: Comparación de las alternativas según el aspecto ambiental (Fuente: Elaboración Propia)

Alternativas	1	2	3	
1	1,00	0,50	0,50	
2	2,00	1,00	0,75	
3	2,00	1,33	1,00	
Sumatoria	5,00	2,83	2,25	
1/Sumatoria	0,20	0,35	0,44	Suma
Autovector	0,20	0,35	0,45	1,00

CAPÍTULO 4: ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS PARA LA DETERMINACIÓN DEL SITIO DEL RELLENO SANITARIO

Aquí el autovector demuestra que la alternativa 3, en cuanto al aspecto ambiental tiene un peso del 45%, seguido por la alternativa 2 con un porcentaje del 35% mientras que el resto en menor importancia es la alternativa 1.

Tabla 29: Comparación de las alternativas según el aspecto social (Fuente: Elaboración)

Alternativas	1	2	3	
1	1,00	1,50	0,50	
2	0,67	1,00	0,50	
3	2,00	2,00	1,00	
Sumatoria	3,67	4,50	2,00	
1/Sumatoria	0,27	0,22	0,50	Suma
Autovector	0,27	0,22	0,51	1,00

Aquí el autovector demuestra que la alternativa 3, en cuanto al aspecto social tiene un peso del 51%, seguido por la alternativa 1 con un porcentaje del 27% y la alternativa 2 con 21%.

Tabla 30: Comparación de las alternativas según el aspecto técnico (Fuente: Elaboración propia)

Alternativas	1	2	3	
1	1,00	0,50	0,50	
2	2,00	1,00	0,75	
3	2,00	1,33	1,00	
Sumatoria	5,00	2,83	2,25	
1/Sumatoria	0,20	0,35	0,44	Suma
Autovector	0,20	0,35	0,45	1,00

Aquí el autovector demuestra que la alternativa 3, en cuanto al aspecto técnico tiene un peso del 44%, seguido en menor porcentaje por la alternativa 2 con el 35% y la alternativa 1 con el 20%.

Tabla 31: Comparación de las alternativas según el aspecto económico (Fuente: Elaboración propia)

Alternativas	1	2	3	
1	1,00	0,90	0,90	
2	1,11	1,00	0,90	
3	1,11	1,11	1,00	
Sumatoria	3,22	3,01	2,80	
1/Sumatoria	0,31	0,33	0,36	Suma
Autovector	0,31	0,33	0,36	1,00

CAPÍTULO 4: ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS PARA LA DETERMINACIÓN DEL SITIO DEL RELLENO SANITARIO

4.6.3 RESULTADOS FINALES

Para obtener los resultados finales, los cuales se reflejarán en porcentajes y determinarán cual es la mejor alternativa, la metodología plantea en la resolución, realizar una matriz con los resultados de los autovectores según las alternativas y los aspectos; luego se conforma otra matriz con los elementos traspuestos de la matriz de comparaciones paritarias entre aspectos. Finalmente, al aplicar el producto entre las dos matrices antes mencionadas se obtuvo un vector de 3 elementos, los cuales indican los porcentajes de las diferentes alternativas en relación a los aspectos considerados.

Tabla 32: Resultados finales (Elaboración propia)

Alternativas	Aspectos					Ponderación de aspectos			Resultados	Ranking
	Geotécnico	Ambiental	Social	Técnico	Económico					
1	0,09	0,20	0,27	0,20	0,31	X	0,18	=	0,22	3
2	0,40	0,35	0,22	0,35	0,33		0,23		0,33	2
3	0,51	0,45	0,51	0,45	0,36		0,17		0,45	1
Sumas	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		0,15			
							0,27			

El resultado final entonces luego de aplicar la metodología arrojó que, en orden de importancia la alternativa 3 tiene 45%, seguida de la alternativa 2 con 33% y por último la alternativa 1 con un total de 22%.

Por lo tanto, esta metodología de análisis jerárquico, basada en valores numéricos y operaciones matemáticas nos ayudó a determinar la mejor alternativa del sitio entre 3 disponibles, siendo la mejor la identificada como sitio 3, el cual se encuentra ubicado a la vera de la Ruta Provincial nº 9 en el kilómetro 13,8. La misma cumple con todos los criterios para la implantación del relleno sanitario y la planta de selección.

CAPÍTULO 5: ERRADICACIÓN DE LOS MICROBASURALES Y PLAN DE CLAUSURA DE LOS BUM

5.1 ERRADICACIÓN DE MICRO BASURALES Y PLAN DE CLAUSURA DE LOS BASURALES MUNICIPALES

En el capítulo II se mencionó que las localidades estudiadas dependen mucho de la visita de turistas o población estacional como lo hemos dado a conocer en nuestro análisis; por lo tanto la limpieza y la belleza en las localidades son aspectos fundamentales para mantener el atractivo. Además son indicadores de salud y calidad de vida de su población, de la capacidad de gestión y responsabilidad de los entes públicos que mediante el aseo pueden brindar un buen aspecto saludable al visitante y que este pueda transmitir a otras personas sus vivencias. De esta manera se contribuye a la actividad económica de cada localidad, ya que los visitantes son el componente fundamental.

No existe una metodología normalizada con respecto a las acciones de erradicación, saneamiento y planes a futuros sobre los basurales. Se tomara como base a las acciones aplicadas en la clausura de algunos basurales en la república Argentina y bibliografía relacionada. A las recomendaciones sugeridas, propondremos las acciones pertinentes para erradicar los microbasurales así como las etapas de pre clausura, clausura y post clausura de los basurales actuales y las propuestas de saneamiento.

5.2 LEGISLACIÓN NACIONAL Y PROVINCIAL

En este punto se identifica la normativa existente, sea nacional como provincial aplicables al saneamiento de basurales.

Legislación nacional

- Ley General del Ambiente N°25.675
- Ley de Gestión Integral de Residuos Domiciliarios N°25.916
- Ley de Protección de Recursos Naturales y Código Ambiental N°11.723
- Ley de Bosques N°13.273 y Decreto N° 710/95
- Ley del Aire N°20.284.
- Ley de Parques Nacionales de Argentina N°22.351.
- Ley de Protección de la Fauna Silvestre N°22.421 – Decreto N°691/81
- Ley de Fomento a la Conservación de Suelos N°22.428
- Ley de información de ambiental N°25.831
- Ley de gestión ambiental del agua N°25.688
- Ley de conservación de bosques nativos N°26.331

Legislación Ambiental Provincial

Se enumeran las principales normas ambientales vigentes en el ámbito provincial respecto al Medio Ambiente y Gestión de Residuos Sólidos Urbanos.

- Ley 4731/93: Preservación, Conservación, Defensa y Mejoramiento del Ambiente
- Ley 4736/93: Parques Provinciales, Monumentos Naturales y Reservas Naturales, Modifica Ley 3771/83
- Ley 5067/96: Evaluación de Impacto Ambiental.
- Decreto Ley 18/00: Modifica la Ley 4736/93.
- Decreto Ley 191/01: Códigos de Aguas de la Provincia de Corrientes.
- Ley 5517/03: Modifica Ley 5067/96
- Ley 5533/03: Información Ambiental.

CAPÍTULO 5: ERRADICACIÓN DE LOS MICROBASURALES Y PLAN DE CLAUSURA DE LOS BUM

- Decreto 1439/09: Ordenamiento territorial de los bosques nativos de la Provincia de Corrientes.
- Ley de tierras fiscales N°3228.
- Ley N°5654: Adhesión de la prov. de Corrientes al Consejo Federal de Medio Ambiente (COFEMA).
- Multas por incumplimiento de Ley de impacto ambiental. Resolución 250/06.
- Ley 25.612: Ley de presupuesto mínimo para la gestión integral de residuos industriales y de actividades de servicios.
- Ley 24.051: Ley de residuos peligrosos.
- Reglamentación de la ley 24.051. Decreto nacional N°831/93.
- Ley 5.394: Adhesión de la prov. De Corrientes a la ley 24.051. Generación, manipulación, transporte, tratamiento, y disposición final de residuos peligrosos.

La ley nacional de presupuestos mínimos de gestión de los residuos domiciliarios N° 25.916, sancionada en el año 2004, establece los principios que rigen la gestión integral de los RSU en todo el país.

Resultan de importancia los preceptos de esta norma respecto a la operación, la clausura y la post clausura de los centros de disposición final (Artículo 19). La ley establece asimismo que, “las autoridades competentes (dependientes de las jurisdicciones locales) deberán autorizar métodos y tecnologías (para el saneamiento) que prevengan y minimicen los posibles impactos negativos sobre el ambiente y la calidad de vida de la población” (Fuente: http://medioambiente.santacruz.gov.ar/estudios/ctrt/eia/Cap%2008%20-%20Medidas%20Ambientales%20y%20PGA/EIA%20CTRT-Cap08.%202.Recomendaciones%20Saneamiento%20del%20basural_Rev2.pdf).

5.3 DIAGNÓSTICO PRELIMINAR DE MICROBASURALES Y BASURALES

Se efectuó una evaluación de campo, con el fin de determinar los microbasurales y BUM; con esta observación se pudo lograr establecer pautas o propuestas para la erradicación de los mismos.

La generación como bien se ha mencionado y descrito en el capítulo I, la misma es debido a la población local y además por turistas; estos son actores que hacen uso de los servicios ofrecidos por el municipio y tienen a su disposición todos los elementos como para disponer los residuos de una manera ordenada: en bolsas, cestos o contenedores.

En cuanto a la operación de almacenamiento apropiado de los residuos, este tiene influencia positiva y directa en el manejo de los mismos y en el aseo urbano.

En cuanto a la recolección de residuos, los mismos son recogidos por el servicio de aseo municipal de las comunas, por lo tanto son responsables directos del funcionamiento de esta parte del sistema.

Por otra parte, podemos decir que la generación, disposición y recolección forma parte de la preparación cultural de la población; el mismo es un factor muy importante a tener en cuenta y que debemos considerar para abordar luego el tema de clausura de los basurales de las localidades en estudio. Aclaramos esto, porque la cultura determina la manera de desechar un residuo, por ejemplo: no es lo mismo tirar una botella de plástico en la vía pública que colocarla en los cestos previstos, tomar conciencia y llevar a cabo la concientización de la población sobre mejorar la

CAPÍTULO 5: ERRADICACIÓN DE LOS MICROBASURALES Y PLAN DE CLAUSURA DE LOS BUM

disposición de los residuos en el lugar que se debiera hacer, no es una tarea menor ni menos importante.

En cuanto a la población rural, aquella que se encuentra fuera de los límites del casco urbano en el cual el servicio de recolección no puede ser efectuado por el municipio, debido a las distancias a recorrer, tiene hábitos y costumbres diferentes para deshacerse de los residuos. En algunos hogares como la dimensión del terreno lo permite, entierran ahí sus residuos. Otros sin embargo, lo juntan en contenedores improvisados (tambores de 200 litros cortados al medio, lavarropas en desuso, bolsas viejas de granos, etc.) que una vez lleno, algunos lo trasladan a los basureros más cercanos y otras deciden tirar esos residuos en descampados, causando la generación de microbasurales.

5.3.1 MICROBASURALES Y BUM

Una forma de clasificar el foco de concentración de la basura es en base al tamaño del mismo y su volumen, por ello proponemos un saneamiento y erradicación en forma particular tanto para los microbasurales como para los BUM.

- Micro basurales: son identificados por todo el pueblo y tienen hasta 3 m³, los mismos son generados por la acumulación de bolsas, cajas, podas de jardín, cosas inservibles consideradas por las personas. Son de bajo volumen como se observó y el mismo servicio de aseo municipal es capaz de limpiar periódicamente los mismos (Fuente:http://www.inclusionurbana.com.ar/informe_basurales/index.html).

Estos son el resultado de que los vecinos depositan fuera del horario de recolección o en lugares donde el servicio municipal no tiene acceso por el mal estado de los caminos; pero en general la permanencia en el tiempo de los residuos en estos lugares es variable de un lugar a otro dentro de los municipios y depende mucho de la actuación de los vecinos para reaccionar frente a la acumulación de basuras y gestionar ante las autoridades pertinentes el acopio y la recolección.

- Basural Único Municipal: consisten básicamente en fosas excavadas con equipos medianos; equipos que son propiedad de los municipios, donde los residuos son recolectados por el servicio municipal como por particulares que viven más allá de los límites urbanos; el total de los residuos son depositados y posteriormente esparcidos por la pala frontal del mismo equipo tractor excavador. En este trabajo los residuos son volcados sin previa selección ni compactación adecuada, una vez colmada la capacidad de la fosa, se las tapa con suelo de excavación de las mismas cavas, en su mayoría suelos con contenidos de arena variable, sin tener en cuenta que es necesario la selección de los suelos en cuanto a la capacidad impermeable por ejemplo: arcillas.

5.4 PROPUESTAS PARA MITIGAR MICROBASURALES

Se propone para cambiar el aspecto de cada municipio, mitigando los microbasurales, disponer de:

Contenedores de residuos de 1000 litros de capacidad con tapa, en los lugares donde el relevamiento lo indique, ubicado en esquinas sobre calle pavimentada o de tierra conservada en su defecto, de manera de asegurar la recolección, según figura 1.

CAPÍTULO 5: ERRADICACIÓN DE LOS MICROBASURALES Y PLAN DE CLAUSURA DE LOS BUM



Figura 1: Cesto de residuos de 1000 litros de capacidad con tapa. (Fuente: Plásticos La Rioja S.A.)

Estos contenedores de 1000 litros serán de tapa superior como se muestra en la figura 1, pudiendo ser también de accionamiento mecánico con pedal como lo detalla la figura 2, a fin de garantizar la seguridad de apertura frente a la acción de animales (equinos y caninos) que puedan violentarlos. Adoptaremos estos sistemas porque han demostrado mejoras en la calidad de higiene urbana. Previamente se deberá informar a la comunidad las penalidades a las que estarán sujetas ante actos de vandalismo o destrucción de los contenedores.



Figura 2: Forma de utilización de los cestos contenedores. (Fuente: http://www.buenosaires.gob.ar/areas/med_ambiente/higiene_urbana/uso_contenedor.php?menu_id=34765).

En lugares como plazas y centros recreativos públicos, al observarse que los municipios disponen de una cantidad insuficiente de cestos, los cuales son de diferentes materiales (tachos metálicos, canastos rectangulares de mallas soldadas, cestos de maderas entre otros) se propone la implementación de contenedores de mayor capacidad según se indica en figura 3. Estos son contenedores más grandes de 2,5m³ a 3,5m³ aproximadamente.

CAPÍTULO 5: ERRADICACIÓN DE LOS MICROBASURALES Y PLAN DE CLAUSURA DE LOS BUM



Figura 3: Volquete contenedor de chapa reforzada de 3,5 m³ de capacidad (Fuente: Carrocerías Scorza).

5.5 TIPOS DE GESTIÓN PARA ERRADICAR LOS BASURALES

Algunos autores, como Marcela, De Luca (De Luca, Marcela. 1999. Tecnología de la disposición final mediante el método de relleno sanitario. Estudios previos y selección de emplazamiento) se refieren a una manera de categorizar a los basurales y pueden ser de:

- Gestión inmediata aquellos donde, con topadoras, niveladoras, cargadores frontales y camiones con caja volcadora en forma enérgica o expeditiva pueden ser limpiados, tratados o eliminados.
- Gestión de tratamiento mediata, cuando fueron generados durante muchos años y producen un gran impacto contaminante. Necesitan un tratamiento más intensivo y por lo tanto una evaluación y seguimiento más complejo, por el tamaño o volúmenes de residuos acumulados.

Nuestro caso se encuadra en la categoría de tratamientos inmediatos por el tamaño que tienen. Por lo tanto a continuación describiremos las acciones y el plan de clausura que proponemos que se lleve a cabo para un mejoramiento en los sitios actualmente ocupados como BUM.

5.6 ESTUDIOS PREVIOS

Esta etapa deberá contemplar la determinación exacta de las condiciones de los residuos acumulados y de los basurales.

Realizar estudios sobre la calidad del agua de la napa freática y el suelo, servirán para contar con información y así determinar el plan de clausura que se deberá efectuar.

Los estudios previos que se proponen realizarse son:

- Estudios Geológicos e Hidrogeológicos
- Mediciones de calidad de suelo y agua subterránea
- Ensayos de Lixiviación

El segundo estudio consiste en la ejecución de perforaciones y la recuperación de muestras de suelo y agua. Mediante ensayos de laboratorios se obtiene un registro litológico en forma detallada así como de sus propiedades mecánicas y químicas.

CAPÍTULO 5: ERRADICACIÓN DE LOS MICROBASURALES Y PLAN DE CLAUSURA DE LOS BUM

Los ensayos de lixiviación se practican directamente sobre los residuos y permiten determinar el poder contaminante de los mismos. Los resultados que se obtienen sirven a modo orientativo el tipo de tratamiento que se daría a los mismos.

Los ensayos de lixiviación son los siguientes: caracterización básica y de conformidad (Fuente:<http://es.alcontrol.com/es/ensayos-de-lixiviaci%C3%B3n-sweden>)

- Caracterización básica: permite obtener información sobre las propiedades y comportamiento del lixiviado a corto y largo plazo.
- Conformidad: determina la conformidad o no del material con los valores específicos de referencia.

5.7 PLAN DE CLAUSURA

En las localidades estudiadas existe similitud en la forma de tratar los residuos, por lo que la descripción de los siguientes pasos a seguir para el saneamiento de cada BUM, se tomará como regla de aplicación general. Las recomendaciones surgen de consulta bibliográfica (Fuentes: Tchobanoglous, G.; Theisen, H.; Vigil S. A. 1994. Gestión Integral de Residuos Sólidos. Editorial McGraw-Hill-Interamericana de España S.A; ENGIRSU 2005. Estrategia Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, Ministerio de Salud y Ambiente, República Argentina; De Luca, Marcela. 1999. Tecnología de la disposición final mediante el método de relleno sanitario. Estudios previos y selección de emplazamiento.)

5.7.1 SANEAMIENTO

El saneamiento de un basural básicamente significa, mejorar las condiciones ambientales del sitio, mitigando los posibles impactos negativos sobre el ambiente, lo que implica una evaluación de las variables ambientales y análisis de toxicidad de las condiciones circundantes, agua, suelo y aire. Para ello se debe realizar lo siguiente:

- Asegurar un drenaje adecuado de aguas de lluvia o superficiales.
- Manejar adecuadamente los lixiviados.
- Controlar los gases y los olores.
- Realizar un control periódico de los vectores y de los roedores.
- Ejecutar un monitoreo ambiental de acuerdo con el objetivo del programa de monitoreo.

5.7.2 ETAPA DE PRE CLAUSURA

Acciones propuestas a realizarse en la etapa:

La pre clausura es la etapa de transición, donde todavía es esperable que se reciban residuos de particulares y de recolectores informales; también es aquella en donde se trata de informar a toda la comunidad.

Una de las acciones que se propone en esta etapa es la de informar a los vecinos de las 3 localidades por distintos medios de comunicación ya sea radial, televisivo o folletería, anticipando el cierre del basurero municipal. Esto tiene la finalidad de informar a los residentes, sobre todo a aquellos que se encuentran a una distancia donde el servicio de recolección municipal no tiene acceso ya sea por el estado de los caminos o por encontrarse fuera del área de cobertura netamente urbana, sobre la

CAPÍTULO 5: ERRADICACIÓN DE LOS MICROBASURALES Y PLAN DE CLAUSURA DE LOS BUM

apertura del nuevo vertedero, de manera tal de evitar así la formación de microbasurales en zonas aledañas al viejo basurero.

Se proponen además las siguientes tareas:

Eliminación de alimañas mediante: desratización, desinsectación y desinfección con productos químicos aprobados y control de madrigueras mediante escarificado del suelo. A continuación se nombrarán las acciones que se deberán realizar dentro de cada tarea.

- Desratización
 1. Siembra de cebos rodenticidas
 2. Inspección y reposición de cebos
 3. Retiro de los roedores
 4. Eliminación de los ectoparásitos
 5. Destrucción de madrigueras

- Desinsectación
 1. Termonebulización terrestre
 2. Control biológico
 3. Pulverización terrestre

- Limpieza del área circundante y perfilado de caminos internos
- Establecer las condiciones de traslado de residuos sueltos de gran tamaño
- Ejecutar desmalezado
- Recolección y deposición sanitaria de los residuos sueltos pequeños

5.7.3 ETAPA DE CLAUSURA

Las tareas a contemplar en dicha etapa serán las siguientes:

- Colocación de señalamientos internos: en calles y áreas especiales se dispondrán de carteles informativos, restrictivos y preventivos acerca de las actividades, movimientos y alcances de la obra.
- Restricción de acceso al sitio: se propone la colocación de un puesto de vigilancia y cerco perimetral para evitar el ingreso de animales y de personas ajenas al mismo.
- Remoción, acopio y carga de residuos: la necesidad de efectuar estas tareas se fundan en minimizar los impactos que puedan provocar los residuos que ya fueron enterrados y consolidados a lo largo de la vida del basurero; la tarea de remoción o escarificado y posterior rastreado permitirá desagregar los residuos. Los mismos serán acopiados en un determinado lugar para el traslado al nuevo vertedero.
- Conformación, compactación y sellado de los residuos sólidos expuestos con suelo proveniente de terrenos linderos se efectuará la conformación y compactación. El objetivo que se persigue con esto, es el de mejorar la apariencia del predio para otorgarle luego un valor paisajístico. Para ello proponemos según bibliografía, que los predios sean cubiertos con una capa no menor a los 60 centímetros de acuerdo a una metodología de compactación, evitando la formación de depresiones, disminuyendo la infiltración y facilitando el drenaje de la superficie con una pendiente tal que no se generen erosiones ni cavas producidas por la infiltración del agua.

CAPÍTULO 5: ERRADICACIÓN DE LOS MICROBASURALES Y PLAN DE CLAUSURA DE LOS BUM

Con la ayuda de imágenes satelitales y observación en campo, se determinaron las áreas de los basurales actuales y considerando un préstamo de suelo ubicado a la vera de la Ruta Provincial nº 1 (RP 1), según Dirección Provincial de Vialidad (DPV), cuyos datos se observan en la figura 4, es posible estimar los volúmenes necesarios para lograr la conformación, compactación y sellado.

**Gobierno
Provincial**

Ministerio de Obras y Servicios
Públicos

Dirección Provincial de Vialidad

Progresiva	Profundidad (m)	Suelo tipo	esponjamiento
300	0 a 0.2	A 2-4	1.10
300	0.2 a 1	A 2 -7	1.15
300	1 a 1.8	A 6	1.15
2000	0 a 0.2	A 2.4	1.10
2000	0.2 a 1	A 6	1.15
2000	1 a 1.8	A 6	1.15
3000	0 a 0.2	A 2-7	1.10
3000	0.2 a 1	A6	1.15
3000	1 a 1.8	A6	1.15

**Gobierno
Provincial**

Ministerio de Obras y Servicios
Públicos

Dirección Provincial de Vialidad

Factores de esponjamiento y compactación

Relación entre Volumen natural y compactado

Tipo de suelo	Relación de Vnatural/Vcompactado
A-1 y A-3	1,05
A-2	1,10
A-4 a A-7	1,15

Relación entre volumen suelto (camiones o montones) y compactado

Tipo de suelo	Relación de Vsuelto/Vcompactado
A-1 y A-3	1,05
A-2	1,10
A-4 a A-7	1,15

Relación entre volumen suelto y natural

Tipo de suelo	Relación de Vsuelto/Vnatural
A-1 y A-3	1,05
A-2	1,10
A-4 a A-7	1,15

Figura 4: Datos de sondeo sobre Ruta Provincial nº1 y valores de esponjamiento. (Fuente: Dirección Provincial de Vialidad de Corrientes).

Entonces para los sanear los basurales se necesitarían aproximadamente de los siguientes volúmenes presentados según Tabla 33.

Tabla 33: Volúmenes de suelo necesario y compactado. (Fuente: Elaboración propia)

Localidad	Volumen compactado (m ³)	Volumen necesario (m ³)	Camiones necesarios
Paso de la patria	250	290	58
San Cosme	30	35	7
Itatí	280	322	65

CAPÍTULO 5: ERRADICACIÓN DE LOS MICROBASURALES Y PLAN DE CLAUSURA DE LOS BUM

- A estas tareas se deben agregar, la arborización, plantación de césped o pasturas autóctonas cuyo desarrollo radicular se mantenga dentro de la capa de vegetación y no dañen la capa de arcilla impermeable. De esta manera se contribuye a darle una mejor resistencia al suelo para prevenir la erosión, con la finalidad de minimizar el mantenimiento a largo plazo. La figura 5 muestra una forma de disposición de cubiertas con la disposición de capas adicionales para promover el drenaje lateral y la incorporación de cubierta vegetal.

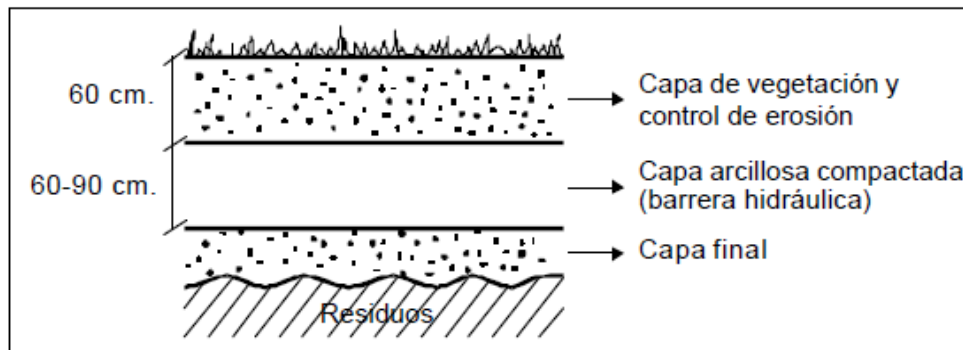


Figura 5: Disposición de cubiertas con capas adicionales para promover el drenaje lateral y la incorporación de la cubierta vegetal. (Fuente: http://www.ambiente.gov.ar/archivos/web/DCA/File/manual_operativo_valorizacion.pdf)

- Se propone la ejecución de cunetas perimetrales, para que aleje rápidamente las aguas de escurrimiento superficial hacia los canales existentes, sin entorpecer el normal desenvolvimiento hídrico de la zona; la misma debe ser evaluada con la ayuda de la topografía de campo.

5.7.4 ETAPA DE POST CLAUSURA

En esta etapa se contemplará la gradación del asentamiento del relleno, manteniendo las pendientes necesarias para los sistemas de drenaje. Asimismo se deberá realizar las tareas de restauración de la cobertura final, con el propósito de impedir el estancamiento de las aguas superficiales en las zonas de asentamiento del terreno (Fuente: http://www.9julio.mun.gba.gov.ar/orden/detalle.php?id_ord=3304).

Para esto la pendiente se debe controlar entre el 1% y 3% para favorecer el escurrimiento pero también limitar las velocidades erosivas.

- Mantenimiento de la cobertura final
- Mantenimiento de la red de drenaje
- Mantenimiento de las instalaciones existentes, incluyendo la trama vial principal
- Mantenimiento de las instalaciones de monitoreo
- Control de aguas (superficiales y subterráneas)
- Control y tratamiento de los gases del relleno
- Control y tratamiento de los líquidos lixiviado
- Colocación de Barrera Forestal

Se recomienda efectuar la implantación de una barrera forestal en todo el perímetro del predio, con el fin de que se conforme una franja de amortiguación que proporcione una zona de transición estética entre el mismo y el ambiente circundante.

CAPÍTULO 5: ERRADICACIÓN DE LOS MICROBASURALES Y PLAN DE CLAUSURA DE LOS BUM

5.8 PLAN DE MONITOREO AMBIENTAL

Luego del cierre, el basural parecerá inactivo, aunque la actividad biológica continuará. Como consecuencia se producirán asentamientos para lo cual deberá realizarse el mantenimiento preventivo hasta que los residuos se consoliden, por otra parte la cubierta vegetal necesitará un mantenimiento para prevenir la erosión. De la misma manera los trabajos de conservación de los caminos hacia los puntos de monitoreo y control se tendrán que realizar con una cierta periodicidad.

El objetivo de las operaciones de cierre y mantenimiento posterior, es en definitiva controlar la dispersión de los contaminantes de los residuos en el ambiente para asegurar en el largo plazo la salud humana y del medio, para ello se propone lo siguiente:

- Analizar periódicamente en laboratorios químicos las aguas superficiales y profundas
- Mantenimiento del predio mediante pasturas
- Recuperación del terreno atento a futura utilización debido al incremento de la población y necesidades habitacionales

5.9 CONSIDERACIONES FINALES EN CUANTO A USOS DE LOS BASURALES CLAUSURADOS

Para finalizar el capítulo y habiendo realizado una observación de campo se propone lo siguiente para los sitios clausurados.

- Para el basural de Paso de la Patria por encontrarse a la vera de la Ruta Provincial nº 1 y alejado del casco urbano, el predio permanecería cerrado sin integración alguna.
- El predio que oficia de basural en la localidad de San Cosme, por encontrarse alejado del casco urbano y en un lugar poco atractivo, por falta de infraestructura, consideraremos que una vez clausurado no se admitirá una reutilización del espacio.
- En cuanto al predio del basural de Itatí, se propone la instalación de la planta de selección ya que el mismo se encuentra alejado del casco urbano y de esta manera se mejorarían las condiciones a las que antes era expuesto.

CAPÍTULO 6: EQUIPOS E INFRAESTRUCTURA BÁSICA DEL RELLENO Y SU ENTORNO

6.1 EQUIPAMIENTO E INFRAESTRUCTURA BÁSICA DEL RELLENO SANITARIO Y EL ENTORNO

Este capítulo comprende todo lo referido a ser realizado durante las etapas de construcción como la de operación del relleno sanitario, siguiendo ciertos criterios constructivos de manera que no afecte el suelo, el aire y el agua cumpliendo totalmente con su fin. Se hará mención a dos tipos de infraestructuras que denominaremos como infraestructura del entorno o periférica y la otra denominada infraestructura del relleno.

La denominada infraestructura del entorno, es aquella que deberá realizarse para resguardar la estructura del relleno y ser además un complemento para las actividades que se relacionan con el mismo. Las mismas son: Cartel de ingreso al predio, oficina de control de báscula, casilla de vigilancia, cerco perimetral, tanques elevados, zanjas de drenajes de aguas pluviales, caminos internos, galpón (planta de selección, acopio, sanitarios, vestuarios y oficina administrativa).

En cuanto a la infraestructura del relleno, son todas aquellas que se deberán disponer para el funcionamiento adecuado sin que el mismo contamine el agua, el suelo y el ambiente. Las mismas son: Drenes de recolección y evacuación de lixiviados, pozos de monitoreo o toma muestra y venteo pasivo gases sin chimeneas.

6.2 INFRAESTRUCTURA DEL ENTORNO

Como se ha mencionado anteriormente, se deberán construir o realizar las siguientes obras como ser:

- Cartel de ingreso al predio: en el ingreso al predio se dispondrá de un cartel de 2 metros por 2 metros, que identifique el relleno y la planta de selección.
- Casilla de vigilancia: se realizará una caseta o casilla en la entrada al predio donde trabajara un personal encargado de la seguridad y vigilancia en cuanto al ingreso de personas ajenas al mismo.
- Oficina de control de báscula: en esta oficina se llevara a cabo el control de los camiones y pesadas de los mismos, tanto del camión cargado como descargado, para tener un control de la cantidad de residuos que ingresan a la planta de selección.
- Caminos internos: los mismos tendrán un ancho de calzada de 8 metros y serán de ripio, de manera que aseguren la entrada y salida del predio del relleno en épocas de lluvias, excepto en días de lluvias extremas.
- Cercado perimetral: el cercado perimetral se realizara con alambrado común en una altura de 2 metros, interponiendo cada 3 metros postes de hormigón pretensado. Para mayor seguridad del predio y que impida el ingreso de personas ajenas en la parte superior de los postes se colocará en 2 hileras alambre de púas de 3 hilos.
- Tanque elevado: se construirán 2 torres para tanques con capacidades de 20.000 litros cada uno. Los mismos servirán para el consumo y lavado de los camiones e instalaciones como para los posibles incendios que pudiesen generarse en los módulos.
- Barrera forestal: después del cercado perimetral se deberá forestar con árboles de dos tamaños, de manera que haga de barrera de contención a los residuos que por alguna acción quieran salir del predio como ser el caso de las bolsas.
- Galpón: el mismo será de 15 por 40 metros totalmente cubierto, donde se realizara una división en dos partes: una estará destinada a la planta de selección y la otra al acopio de los materiales seleccionados.

CAPÍTULO 6: EQUIPOS E INFRAESTRUCTURA BÁSICA DEL RELLENO Y SU ENTORNO

- Oficinas administrativas, vestuario y sanitarios: a un costado del mismo se encontrarán los sanitarios para ambos sexos como así también los vestuarios que contarán con cambiadores y duchas instaladas para el aseo personal después de cada jornada. Además se realizarán las oficinas administrativas con vistas al área de trabajo de los recuperadores; en las mismas trabajará el personal que controlara las cantidades de residuos que se reciclan como así también al personal encargado de selección. (Ver anexo planos: plano nº 2)

6.3 TAREAS A REALIZARSE PARA LA IMPLANTACIÓN DEL RELLENO Y PLANTA DE SELECCIÓN

A continuación se detallarán algunas de las tareas que se deberán realizar en principio para preparar el terreno donde se llevará a cabo el relleno sanitario como así también el lugar donde se instalará la planta de selección. Las mismas tareas, en cuanto a la planta de selección, se proponen para realizarse en la localidad de Itatí.

6.3.1 RELEVAMIENTOS TOPOGRÁFICOS

Luego de determinada la superficie donde se dispondrá el relleno, en base a la vida útil de cada uno de los módulos y tamaños de los mismos, se deberá realizar la primera tarea que es la preparación del mismo.

Se convendrá realizar primeramente un amojonamiento que determine los límites del predio para luego amojonar los límites de los futuros módulos. Luego realizar un relevamiento planialtimétrico para determinar los volúmenes de suelo en exceso o en defecto que se necesitaría colocar o sacar. Esta tarea sirve en fin para tener una superficie bien definida para la excavación y posterior realización de los módulos del relleno.

6.3.2 DESMONTE Y NIVELACIÓN

Se realizará un desmonte de todo el predio para preparar la superficie que sirva de soporte tanto al relleno, terraplenes, caminos internos y construcción de galpones; en caso de encontrarse con arbustos o árboles se deberá talarlos de manera que no sean obstáculos.

En cuanto a la nivelación, se deberá remover la primera capa de suelo en unos 20 centímetros aproximadamente, con la finalidad de remover raíces o pequeñas plantas que pudiera encontrarse y así luego nivelarlo con suelo mejorado de la zona o del mismo predio siempre que fuese posible, para alcanzar las cotas.

6.3.3 TERRAPLENES

Se considerará la construcción de un terraplén perimetral, que permitirá la circulación de los camiones que depositaran los residuos no aprovechables. La pendiente de los mismos serán tal que cumplan los siguientes criterios: estabilidad de taludes, máximo escurrimiento, mínima infiltración, mínima erosión, integración con el paisaje circundante y optimización del módulo para asegurar su vida útil y mejor aprovechamiento del predio.

Se establecen como pendientes recomendables de 5% al 10% como mínima y máxima respectivamente.

CAPÍTULO 6: EQUIPOS E INFRAESTRUCTURA BÁSICA DEL RELLENO Y SU ENTORNO

Los mismos serán realizados por topadoras o retroexcavadoras que serán utilizados tanto aquí como en la apertura de zanjas o trincheras. El mismo equipo podrá ser utilizado para la realización de caminos internos o zanjas de drenaje de aguas pluviales, o reposición de material de cobertura cuando la celda así lo requiera. Para la realización de estas tareas es preferible realizarlas en épocas de periodos secos.

6.3.4 IMPERMEABILIZACIÓN DEL FONDO DEL RELLENO

Se tendrá en cuenta la impermeabilización del fondo del relleno, cubriendo totalmente su superficie con membrana flexible o también denominada geomembranas, con el objetivo de no contaminar la napa y el suelo directamente con los residuos.

6.3.4.1 CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE AISLAMIENTO DE LA BASE DEL RELLENO

La geomembrana se asentará sobre el suelo del lugar, (A-2-4 arena fina con contenido de arcillas y limos no plásticos) en una capa de 60 centímetros, la cual será compactada de acuerdo a las normas de la Dirección Nacional de Vialidad (DNV) y ensayado de acuerdo a las especificaciones técnicas generales de la misma. Por encima de la geomembrana se tiende una capa protectora de suelo de unos 15 centímetros de espesor que tiene como finalidad proteger a la membrana de residuos punzo-cortantes que puedan dañar a la misma (Ver anexo planos: plano nº 3).

Se recomienda que la pendiente de la base del módulo sea negativa del 2 % hacia los taludes extremos y hacia los drenes de recolección de lixiviados, de manera de garantizar el rápido escurrimiento.

6.3.4.2 ESPESOR DE MEMBRANA FLEXIBLE RECOMENDABLE Y SOLAPADO ENTRE LAS MISMAS

La impermeabilización como se ha hecho mención se realizará con geomembranas cuyo espesor será mayor a 500 micrones (adoptándose un espesor de 1000 micrones).

El solapado entre una geomembrana y otra deberá ser mayor o igual a 0,15 metros.

Las condiciones de aplicación y control de cada uno de los productos (geomalla y geomembrana) se corresponderán con las especificaciones técnicas del fabricante.

6.3.4.3 RECOMENDACIONES EN LA APERTURA DE CELDAS DEL RELLENO

Se deberá tomar el recaudo correspondiente en caso de haber dejado abierto la caja y la misma se encuentre con agua después de un día de lluvia, en ese caso se deberá realizar primero la extracción de la misma, sacar suelo hasta el nivel en el que no se encuentre barro, luego rellenar con suelo seco y proceder a la compactación, una vez hecho todo eso colocar la membrana.

Al finalizar el tendido de la membrana en todo el ancho de la celda a medida que se va operando el mismo, se realizará el anclado de las mismas sobre los perímetros.

CAPÍTULO 6: EQUIPOS E INFRAESTRUCTURA BÁSICA DEL RELLENO Y SU ENTORNO

6.3.5 CONSIDERACIONES RESPECTO A LOS CUERPOS DE AGUA

Se debe evitar la construcción del relleno sobre, la circulación de algún curso de agua, naciente de agua o en la parte más baja del terreno. Otra de las consideraciones, no construir sobre terrenos anegadizos o pantanosos.

La base del relleno se considera que deberá estar por lo menos un metro y medio por encima del curso de agua o napa más alta en la zona considerada (Ver anexo planos: plano nº 4).

En nuestro anteproyecto habiendo realizado una observación de campo, en el terreno lindante donde se están realizando extracciones de suelo, la napa se encuentra a unos 7 metros por debajo de la cota de terreno natural; además el suelo que se encuentra tiene una resistencia promedio obtenida mediante el ensayo del penetrometro dinámico de cono (CDP) mayor a los 0,90 kg/ cm², valor que fue adoptado para la comparación de tensiones en el capítulo III.

Si llegara a darse la posibilidad de un cambio de nivel de la napa y pase a uno superior existe la manera de remediar este problema, es realizando filtros de drenaje, con piedras y/o gravas, envueltos por un geotextil y en su interior una cañería perforada, de manera de conformar un sistema de drenaje. De esta manera el agua que pueda llegar a afectar la estructura o base del relleno será conducida por esta tubería lejos de la obra.

6.3.6 DRENAJE DE AGUAS PLUVIALES

Habiendo considerado que los caminos internos deben atender los 365 días del año, salvo en épocas de lluvias en exceso, los mismos estarán constituidos de una rasante de material pétreo (ripio) con una pendiente no menor del 3% por metro (pendiente transversal), logrando así de esta manera el escurrimiento de las aguas de lluvia y posibilidad de tránsito. Complementariamente se realizarán las zanjas de drenaje que conducirán dichas aguas hasta los lugares más bajos del terreno para que puedan ser evacuadas fuera del mismo (Ver en anexo planos: plano nº 5).

Los canales de drenaje serán construidos de manera que el agua desarrolle una velocidad máxima tal que no produzca erosión, ya que no se considera ningún tipo de protección. Los mismos serán realizados por la misma maquinaria que realizaría las tareas en el relleno.

Al contar con un sistema de drenaje bien construido se reduce significativamente el volumen de lixiviado y se aumentan las condiciones de operación, ya que las aguas pluviales que podrían contribuir a la formación de los mismos, son desviadas de manera controlada hacia el punto que se lo considerará más apto para su evacuación.

6.3.7 ACOPIO DE SUELO

Durante las etapas de construcción y operación del primer módulo, al realizar los movimientos de suelo producto de la excavación para la conformación del mismo, el material puede ser acopiado en la superficie destinada al segundo módulo.

De esta manera el recorrido para las máquinas o equipos serían las mínimas, logrando así menores distancias y tiempo para el traslado del suelo que servirá para el sellado de las celdas. Debido a la existencia de distancias menores, se incurre en menores costos de traslado.

CAPÍTULO 6: EQUIPOS E INFRAESTRUCTURA BÁSICA DEL RELLENO Y SU ENTORNO

6.4 INFRAESTRUCTURA DEL RELLENO

En el comienzo del capítulo se mencionó que la infraestructura del relleno es aquella necesaria para que el mismo pueda ser operado, sin causar mayores daños al medio ambiente.

Las obras que se contemplarán serán las siguientes y se describirán a continuación:

- Drenaje, control y tratamiento de lixiviados,
- Venteo de gases
- Pozos de monitoreo

A continuación se detallarán cada una de estas obras a realizarse donde las mismas formarán parte de cada uno de los módulos y contribuirán al buen funcionamiento del mismo durante la etapa de operación como en la etapa posterior a la clausura, sin causar mayores problemas al medio ambiente. Cuando hablamos de medio ambiente estamos haciendo mención al suelo, agua, aire y entorno social.

En el relleno sanitario se utilizarán principios de ingeniería para confinar los residuos sólidos en la menor área posible, reduciendo su volumen y cubriendo los residuos depositados con una capa de tierra con la frecuencia que fuese necesaria o por lo menos al final de cada jornada. En cuanto a la evacuación de los líquidos lixiviados y gases, se realizará mediante la construcción de obras para tales fines y que se detallarán a continuación.

6.4.1 DRENAJE DE LIXIVIADOS

Se construirá un sistema de drenaje en el fondo del relleno, (Ver anexo planos: plano nº 6) con el fin de proteger el suelo y las aguas subterráneas de los lixiviados, producto de la descomposición de la materia orgánica, los cuales son altamente contaminantes.

Para ello existe un método que se puede realizar con la finalidad de controlar dichos volúmenes y evacuarlos fuera de la zona del relleno, el cual es denominado como sistema del “Dren Francés”.

6.4.2 METODOLOGÍA DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE DRENAJE DREN FRANCÉS

Se realizará zanjas de drenaje a lo largo y a lo ancho del relleno, constituyendo una malla de cañerías en ambos sentidos.

El sistema de drenaje estará constituido por zanjas excavadas en terreno natural por debajo de la cota de inicio del relleno. Las mismas serán de 0,50 metros de ancho (mínimo recomendable) por 0,60 metros de profundidad y en su interior alojaran las cañerías perforadas que servirán de drenes. Se distinguirán dos tipos de cañerías una principal de 160 mm y las secundarias de menor diámetro (110 mm) que acometerán a las primeras; ambas estarán apoyadas sobre un suelo compactado de unos 15 centímetros aproximado de espesor. Luego se colocará una cama de arena donde apoyarán los caños; por último las zanjas deben ser llenadas con gravas de 2 pulgadas.

Al utilizarse el sistema del Dren Francés, las cañerías principales, deberán conectarse en una cámara de hormigón armado de medidas estándares en la parte más baja del módulo, que hará de conducción de los lixiviados hasta un tanque que funcionará como reservorio. Se interpondrá en el trayecto una cámara de inspección

CAPÍTULO 6: EQUIPOS E INFRAESTRUCTURA BÁSICA DEL RELLENO Y SU ENTORNO

en donde podrá observarse los sedimentos y además servirá de limpieza de la cañería. La idea de colocar el tanque, además de almacenar, nos permite estimar el volumen de lixiviados que se produce dentro del relleno.

6.4.3 CONTROL DEL LIXIVIADO

Los lixiviados infiltrados a través de las capas de los diversos estratos se removerán por acción de la filtración y adsorción de los constituyentes químicos y biológicos en los diversos materiales que componen los estratos del suelo. Un sistema de control para los lixiviados, es la distribución de capas de arcilla utilizadas como material de protección, la cual permite reducir favorablemente los líquidos filtrados a través del relleno.

La arcilla es un material que se caracteriza por la capacidad de adsorción y retiene muchos de los constituyentes químicos encontrados en los lixiviados. Sin embargo, existe un método compuesto de la combinación de geomembranas y arcilla, que ofrece mayor resistencia a los movimientos de los gases y de los lixiviados. Esta combinación minimiza la infiltración de lixiviados en la superficie del suelo y elimina potencialmente la contaminación de los mantos freáticos.

El sistema de control de lixiviado se propone realizarlo con geomembranas, sistema de ductos y canales para conducir estos líquidos percolados por gravedad hacia el pozo de bombeo de donde se extraen además muestras para control de calidad.

6.4.3.1 PROPUESTA DE ALTERNATIVA

La propuesta es recubrir las celdas diarias con los mismos envases plásticos que no pasaron el proceso de selección. Los mismos minimizarán las infiltraciones de los lixiviados hacia estratos inferiores. Con esta metodología se podría reducir la infiltración de los lixiviados ya que de alguna manera se lo estaría reteniendo dentro del mismo relleno y por lo tanto el tratamiento luego sería más leve, por ende los costos del mismo. Cuando la generación es pequeña, conviene mantenerlo dentro del relleno.

6.4.4 TRATAMIENTO DEL LIXIVIADO

Una vez llegado a la etapa de clausura de algunas áreas del relleno, es conveniente realizar la siembra de pastos, gramas y pequeños arbustos de raíces cortas. Esto contribuye con la evapotranspiración y con la minimización en la producción de lixiviado.

Al encontrarnos en una etapa de anteproyecto y sin la capacidad de poder determinar la calidad del lixiviado, dejamos en claro que existen diferentes alternativas de aplicaciones de tratamientos biológicos, físicos, químicos, aerobios y anaerobios, que mejoran la calidad del líquido y pueden ser reutilizados o vertidos a cursos de aguas siempre que se elimine el 95% de las sustancias contaminantes.

CAPÍTULO 6: EQUIPOS E INFRAESTRUCTURA BÁSICA DEL RELLENO Y SU ENTORNO

6.4.4.1 TRATAMIENTOS PROPUESTOS

A continuación se detallaran 3 métodos posibles que se pueden aplicar en cuanto al tratamiento de los lixiviados generados durante la operación de los módulos del relleno.

1. Recirculación del lixiviado

El lixiviado recolectado y almacenado en el vaso de vertido (pozo amortiguador) y que no se evaporó puede ser rociado sobre las celdas del relleno sanitario en operación. Este procedimiento es recomendable en verano y en lugares calurosos.

Además, debe considerarse que hay que instalar un sistema de aireación debido a los olores desagradables que los lixiviados desprenden entre capas de material de cobertura y espesor de residuos compactados. Tema que será tratado en detalle cuando se mencione el venteo de gases.

2. Playas de secado

Por otro lado, si se considera la construcción de playas de secado y se las pudiera realizar por contar con la disponibilidad en el terreno, los líquidos que proceden del vaso de vertido podrán ser arrojados en las mismas para el posterior secado. Por lo tanto en tiempo de lluvias, sobre todo si la precipitación es alta, se deben tomar el recaudo de cubrir las mismas o no enviar líquidos lixiviados, para evitar que la lluvia se mezcle con ellos.

3. Recolección de líquidos y deposición en plantas depuradoras de líquidos residuales

Por último, si se presenta el caso de que no se puedan cumplir algunas de las alternativas antes mencionadas se puede optar por una serie de tratamientos biológicos, químicos, físicos, aeróbicos y anaeróbicos. Todos estos tratamientos requieren de equipo y de un espacio adicional, así como también de un personal capacitado para operar dicha planta. En este caso un camión destinado a la recolección de los líquidos del vaso de vertido o pozo amortiguador, deberá realizar periódicamente la tarea de recolección y posterior traslado y deposición de los mismos en alguna planta depuradora cercana a la zona del relleno.

A continuación se muestra una figura de la cual puede observarse el tratamiento que deberían recibir dichos líquidos para bajar su carga contaminante y así poder reutilizarlos.

En la Figura 6 se observa, que la planta de depuración debería tener los siguientes elementos: tanque séptico, un filtro anaerobio y dos lagunas, la primera facultativa y la segunda de maduración, con tratamiento final de los lodos, a través de un lecho de secado. Con esta alternativa se logra el vertimiento seguro al medio ambiente de los efluentes provenientes del tratamiento de los lixiviados, con un menor costo y una mayor eficiencia de eliminación de contaminantes.

CAPÍTULO 6: EQUIPOS E INFRAESTRUCTURA BÁSICA DEL RELLENO Y SU ENTORNO

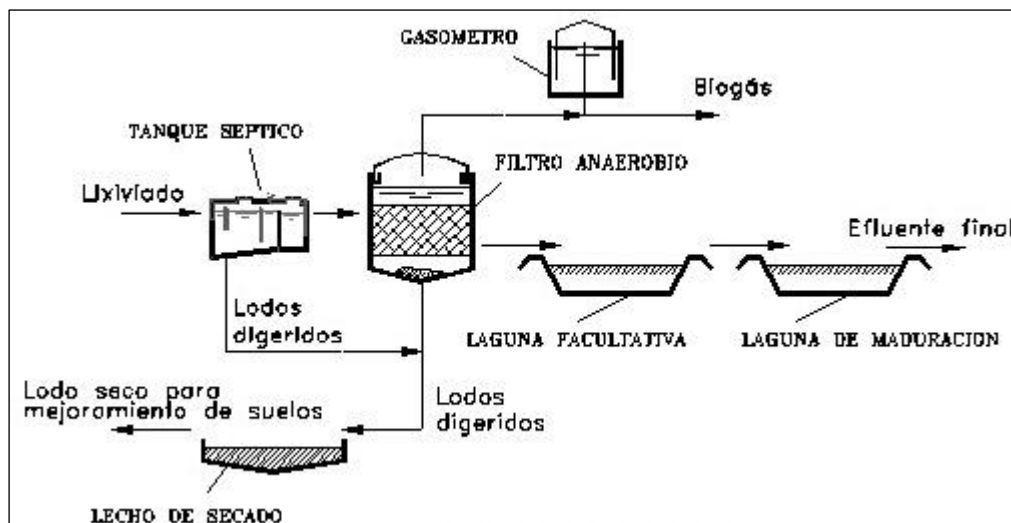


Figura 6: Esquema de la propuesta para el tratamiento de los lixiviados. (Fuente: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1680-03382015000200001&script=sci_arttext)

6.4.5 VENTEO DE GASES

El drenaje de los gases surge porque la materia orgánica en estado de putrefacción debido a la acción de microorganismos presentes en la misma, liberan principalmente dos tipos de gases, ellos son el metano y el dióxido de carbono. Está comprobado científicamente que el metano es 23 veces más contaminante que el dióxido de carbono y los problemas que causan los mismos, son la retención del calor generado por radiación solar y elevación de la temperatura en la atmosfera (Fuente: <http://www.ecopibes.com/problemas/contaminacion/contaminantes/ch4.html>).

El mayor problema proviene del metano que se acumulará en los espacios vacíos de los módulos, por lo tanto se lo deberá evacuar ya que el mismo es un gas inflamable y muy explosivo.

Se realizará dentro de cada módulo, un sistema de cañería para la conducción y posterior venteo. Se propone realizarlo con tubos metálicos separados a una distancia de 0,80 metros de la cota de inicio del módulo y a medida que se avanza con el mismo hacia arriba en forma vertical hacer un cajón constituido con gravas en su interior. Las mismas serán colocadas en diferentes puntos del relleno de manera de evacuar la totalidad de los gases producidos. De esta manera se realizara el venteo pasivo de los gases al exterior sin quemarlo. (Ver en anexo planos: plano nº 7)

6.4.6 POZOS DE MONITOREO

Otra de las obras complementarias que se deberá realizar dentro de cada módulo que conformaran en conjunto el relleno, son los pozos de monitoreo. Los mismos sirven para tener un control de la calidad del agua de la napa. Serán construidos con la maquinaria disponible y se deberá llegar hasta el nivel de napa freática.

Una vez llegado a dicho nivel se realizará una cámara de hormigón con espesor de 10 centímetros en sus paredes y las mismas estarán dispuestas cada 15 metros. Se colocará una cañería de 160 milímetros la cual irá apoyada sobre el terraplén, donde la misma ira hasta nivel de superficie. Alrededor de la cañería se colocará suelo, que hará de contención a la misma. De esta manera se podrá realizar la toma de muestras de agua cada cierto periodo determinado, por el personal encargado del

CAPÍTULO 6: EQUIPOS E INFRAESTRUCTURA BÁSICA DEL RELLENO Y SU ENTORNO

relleno y determinar el grado de contaminación por lixiviado si lo hubiera, para recurrir inmediatamente a métodos para contrarrestar ese daño. (Ver en anexo planos: plano nº 8).

6.5 TAREAS A REALIZARSE DURANTE LA CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN y CLAUSURA DEL RELLENO

Como se ha determinado en el capítulo III, de realizar 4 módulos con una vida útil de 5 años cada uno, se da inicio a la construcción del módulo desde el momento en que se realiza la primera excavación.

Las tareas principalmente a realizar son: excavaciones de celdas diarias que irán conformando el relleno propiamente dicho, deposiciones diarias de residuos que no han pasado por el proceso selectivo realizado en las plantas y por último el sellado con suelo y posterior compactación de la celda antes mencionada.

6.5.1 COBERTURAS DIARIAS DE LAS CELDAS

Las cantidades a disponerse diariamente están en función a cálculos estimados de porcentajes de residuos, resultado del proceso de selección a ser realizado en las plantas.

Los camiones dispondrán diariamente dichos volúmenes de residuos en las celdas del módulo, las cuales ya deberían estar acondicionadas con el material de impermeabilización, apto para poder recibir los mismos. Una vez terminada con la disposición diaria se debería recurrir a la cobertura de la celda con suelo que se tendrá disponible en las zonas adyacentes como se ha mencionado con anterioridad, realizando una cobertura de unos 0,15 - 0,20 metros de espesor y compactándolo con la maquinaria disponible. El objetivo de esta cobertura diaria, es la de resguardar de la lluvia a los residuos para que no se generen mayores volúmenes de lixiviados, atenuar los malos olores que por efecto de la descomposición de la materia orgánica remanente pudiera llegar a aflorar y proteger de incendios que se pudieran llegar a producirse por la expulsión de gases de la materia orgánica e inflamabilidad por parte de la materia inorgánica dispuesta en el módulo.

6.5.2 COBERTURA FINAL DEL RELLENO

Una vez llegado a la cota máxima prevista por el diseño y cálculo del módulo, se recurrirá a la cobertura con manto de suelo con un espesor de 0,60 metros. Esta capa nuevamente se la deberá compactar con la maquinaria disponible (motoniveladora o retroexcavadora) de manera de dar un grado de compactación y total sellado al relleno.

El objetivo de esta capa final de suelo compactado además de no permitir el escape de gases y olores al ambiente, será la de proteger al relleno de la infiltración de las aguas pluviales.

Por encima de esta capa, se colocara otra capa de suelo en un espesor de 0,60 metros para la implantación de hierbas vegetales, gramas o arboles de raíces cortas con la finalidad de darle una integración con el paisaje nuevamente.

CAPÍTULO 6: EQUIPOS E INFRAESTRUCTURA BÁSICA DEL RELLENO Y SU ENTORNO

6.6 EQUIPOS PARA REALIZAR LAS TAREAS DE PREPARACIÓN, EJECUCIÓN Y OPERACIÓN DEL RELLENO

Se considera la compra de los equipos destinados a realizar las tareas en las etapas de construcción y operación del relleno como ser: excavación y compactación, apertura de zanjas para el drenaje de aguas pluviales, construcción del módulo, terraplenes y calles para la circulación interna.

Se propone la compra de un camión con caja volcadora para realizar las tareas de traslado de basura desde la planta de selección hasta los módulos.

Los equipos a ser utilizados para las tareas o trabajos que se realizarán en el relleno y en su entorno serán: retroexcavadora-cargadora, motoniveladora y topadora a orugas. A continuación se describirán las tareas que se realizarían con los mismos.

1. Retroexcavadora-cargadora: la misma será utilizada en las tareas de apertura de zanjas de drenaje de aguas pluviales, apertura de zanjas para la colocación de los drenes de recolección de lixiviados, como así también en la tarea de construcción de terraplenes y en la excavación, reposición y compactación de suelo para las celdas que irán conformando el módulo.
2. Motoniveladora: se la utilizará en las etapas de desmonte del terreno y preparación del mismo, corte de taludes de los terraplenes, preparación y perfilado de calles internas.
3. Topadora a orugas: se utilizará diariamente en la tarea de conformación de celdas del módulo.

CAPÍTULO 7: PLANTAS DE SELECCIÓN DE RSU

7.1 OBJETIVOS DE LAS PLANTAS DE SELECCIÓN

A continuación se mencionan dos tipos de objetivos que deberán alcanzar las plantas de selección tanto la de la localidad de Itatí como la que se dispondrá en el relleno sanitario.

7.1.1 OBJETIVO GENERAL

Implementar en las plantas de selección, la clasificación de residuos, distinguiendo aquellos materiales que pueden ser reutilizados o reciclados para su posterior comercialización, de aquellos que no; logrando de esta manera la obtención de un ingreso monetario, el cual se destinaria a cubrir costos de la actividad; disminuir la cantidad de residuos destinados a relleno sanitario y en forma indirecta con la generación de líquidos de lixiviados y gases producto de la descomposición de la materia orgánica.

7.1.2 OBJETIVOS PARTICULARES

- Generar empleo formal a través de cooperativas de trabajo para aquellos recolectores informales que se encuentran trabajando en búsqueda de desechos con valor comercial.
- Disminuir el daño al medio ambiente que surge de la no realización de un buen manejo de los RSU.
- Aprovechar económicamente los materiales reciclables, con la finalidad de generar ingresos para el proyecto.
- Servir como modelo a implementar en ciudades de mayor porte.
- Educar y concientizar desde las distintas instituciones de la sociedad como ser escuelas y ONG's interesadas en el tema, de manera tal que se involucre a la sociedad en su conjunto y se la informe acerca de las diversas medidas que se pueden adoptar en forma individual para colaborar con el proyecto, a través de la menor generación de residuos y en el proceso de selección y clasificación domiciliaria.
- Crear una planta de compostaje dentro del mismo predio, considerándola como otra fuente de ingreso.

7.2 MODELOS DE RECOLECCIÓN

Se describirá a continuación los 2 modelos de recolección de basura que se vienen aplicando en las localidades en estudio; de hecho el municipio de Itatí está incursionando en el modelo de recolección diferenciada mientras que en las localidades de Paso de la Patria y San Cosme aplican la recolección normal. A continuación se describen ambos modelos aplicados por los diferentes municipios.

- La recolección normal es aquella en la que los residuos van todos mezclados por no existir una separación en origen.
- En cuanto a la recolección diferenciada, difiere de la antes mencionada "recolección normal", porque este modelo tiene el beneficio de poder realizar una selección diaria domiciliaria y también de carácter municipal cuando se dispone en la vía pública los cestos de selección de los diferentes tipos de materiales que componen los RSU.

La misma consiste en que los municipios, realizan las tareas de recolección de manera alternada en días alternados de la semana de los 2 grandes grupos que componen la basura los cuales son: materia orgánica la cual está

CAPÍTULO 7: PLANTAS DE SELECCIÓN DE RSU

compuesta de (restos de comida, huesos, cascara de frutas y verduras, etc.) y la materia inorgánica (en ella se consideran plásticos, vidrios, cartón y/o papel).

A continuación se muestra un ejemplo con una publicidad de cómo realizan la recolección diferenciada en el municipio de Bahía Blanca (provincia de Buenos Aires) y el cual se propone como ejemplo a seguir en las localidades en estudio.



Figura 7: Publicidad de la municipalidad de Bahía Blanca. Provincia de Buenos Aires. (Fuente: <http://www.0291.com.ar/articulo/8108/URI>)

7.2.1 RECOLECCIÓN DIFERENCIADA

Actualmente el municipio de Itatí se encuentra abordando la problemática de la basura a nivel local, haciendo participar a los alumnos de escuelas secundarias en el tema de campañas de reciclado. El municipio se encuentra en la etapa de colocación de cestos de selección en puntos estratégicos de la misma.

A continuación se muestra una imagen tomada por un diario digital, donde se puede observar con claridad, que tienen instalados los cestos seleccionadores para la basura, además de contar con el servicio de recolección diferenciada al cual se hizo mención con anterioridad.



Figura 8: Cestos de clasificación de basura en la localidad de Itatí. (Fuente: Noticias Itateñas digital).

CAPÍTULO 7: PLANTAS DE SELECCIÓN DE RSU

7.3 BENEFICIOS DE LA SELECCIÓN Y RECOLECCIÓN DIFERENCIADA

Como la mayoría de las actividades de generación de residuos son específicas o particulares de cada vivienda, es conveniente, insistimos, en que la comunidad colabore con la selección en origen para facilitar los trabajos de recupero y posteriores tratamientos que se le darían en la planta como ser trituración, compactación y embalaje.

La tarea de selección puede ser ejecutada en forma manual ocupando un equipo mecanizado tal como cinta transportadora y un electroimán. Para la disposición final de los materiales, para su posterior venta se utilizarían maquinas empaquetadoras o enfardadoras, una trituradora de vidrios y una compactadora de papeles y cartones.

Realizar una selección diferenciada trae consigo una serie de ventajas:

- Reutilización de materiales para la producción de otros nuevos productos.
- Aprovechamiento máximo de los materiales al encontrarse en mejor estado, por no estar mezclados con materia orgánica en estado de descomposición.
- Ordenamiento de la basura en espacios públicos, disminuyendo los gastos en los municipios.
- Posibilidad de generar empleos como recicladores, con mano de obra no especializada.

7.4 NOCION DE LAS 3R

El mayor interés en realizar una recolección diferenciada con sus posteriores tareas como ser la separación en la planta para reutilización o reciclado, es darle valor a los materiales. Aquí utilizaremos la noción de las 3R (reducir, reciclar y reutilizar). Esto no solo sirve para reducir los volúmenes de los residuos generados sino también para maximizar su aprovechamiento.

Se explica a continuación el significado de los términos reducir, reciclar y reutilizar de manera breve.

- Reducir: significa disminuir el volumen de los residuos que se desecharan en el relleno sanitario, de manera de contribuir con la disminución en la contaminación al medioambiente, ya que tener menos residuos enterrados significa menor generación de lixiviados y gases por efecto de la descomposición de los mismos.
- Reciclar: Se puede decir que es la intervención mediante diferentes procesos sobre los materiales a los que se les ha acabado su vida útil y que están en condiciones de volver a generar materia para la producción de otro producto similar o con diferentes características y/o usos. De esta manera se está contribuyendo a una disminución en el consumo de materia (menor explotación de recursos no renovables) como así también en el consumo energético, dañando menos al ambiente.
- Reutilizar: Es aprovechar al máximo un material que ya ha sido usado pero que aún puede utilizarse para otro fin. De esta manera se logra un menor consumo de recursos y menor cantidad en la producción de basuras.

7.5 ETAPAS DEL MANEJO DE LOS RSU

Básicamente la gestión integral de los RSU (GIRSU) está comprendida por 6 fases que se describirán sintéticamente a continuación:

- a) Generación: Se debe a las actividades de la vida cotidiana de los individuos que componen la sociedad.

CAPÍTULO 7: PLANTAS DE SELECCIÓN DE RSU

- b) Disposición domiciliaria: Aquí se considera la deposición de los desechos generados en cestos de basura; existen dos tipos de selección: la normal (un solo cesto) o diferenciada dentro del domicilio (cestos clasificadores de basura en colores). En esta etapa se considera una primera reducción de volúmenes de los residuos.
- c) Recolección: Es el servicio brindado por los municipios por medio de su personal que comprende el retiro de las bolsas de residuos por fuera de línea municipal y deposición de las mismas en los camiones recolectores, tarea que se realiza en el área de servicio brindado por el municipio. Aquí cada municipio maneja sus horarios de servicio y trayectorias.
- d) Transporte: Los camiones recolectores se encargan de llevar la carga de residuos hasta el sitio de disposición final. Cada uno de los municipios en estudio cuentan con diferentes transportes, que van desde acoplados tirados por tractores hasta los más sofisticados camiones de recolección.
- e) Tratamientos: Se puede nombrar a dos grandes grupos como ser: recuperación o reciclaje y la incineración; en las localidades bajo estudio solo la localidad de Itatí está abordando sobre el tema de reciclaje y en cuanto a la incineración es a modo descriptivo ya que el anteproyecto no considerará esta modalidad.
Recuperación o reciclaje: es aquella tarea de separación y acopio de los elementos que potencialmente pueden servir y se le da un tratamiento de transformación parcial o total de manera que sirvan para la realización de otro producto igual o con características similares. En caso de ser peligrosos deben ser totalmente desechados y darle otro tipo de manejo de manera de evitar contaminaciones al medio ambiente.
Incineración: Es la quema de la basura de manera controlada, ya que es un tratamiento muy peligroso. Es ventajoso porque reduce los volúmenes, pero su mayor inconveniente es la expulsión de gases contaminantes. Este tipo de tratamiento no estará contemplado en nuestro anteproyecto.
- f) Disposición final: Una vez que las materias tanto orgánicas como inorgánicas hayan pasado por el proceso de selección, las que no cumplan con ciertos requisitos deberán ser dispuestos en el módulo del relleno sanitario.

7.6 LIMITACIONES EN CUANTO A TIPOS DE RESIDUOS EN LA PLANTA DE SELECCIÓN

En la planta no se admitirán otros tipos de residuos que no sean los de uso cotidiano de las familias. A continuación se listan los mismos.

- Residuos hospitalarios
- Residuos industriales o químicos
- Materiales inflamables, radiactivos o explosivos
- Escombros, barros, lodos, piedras, arenas, cenizas, escorias y minerales
- Residuos voluminosos

7.7 UBICACIÓN DE LA PLANTAS DE TRATAMIENTO DE R.S.U

En capítulo IV se ha definido que la planta de selección a instalarse en la localidad de Itatí se la realizará en el predio donde actualmente es el BUM, mientras que la otra planta estará dentro del predio del relleno sanitario; el mismo se encuentra a la vera de la Ruta Provincial 9 en el Kilómetro 13,8 y ubicado a unos 5 Kilómetros del empalme con la Ruta Nacional 12.

El tamaño de las mismas serán tal que prevean la circulación interna, la instalación de máquinas que tratan a los residuos una vez seleccionados, acopio de los materiales e ingreso de camiones que harán el transporte de los residuos no recuperables, los cuales serán dispuestos en el relleno sanitario.

CAPÍTULO 7: PLANTAS DE SELECCIÓN DE RSU

Como se mencionó en el capítulo VII, a uno de los costados del galpón, estarán los sanitarios, oficinas administrativas y vestuarios para ambos sexos.

7.8 PLANTA DE SELECCIÓN DE RESIDUOS

La planta de selección o también llamada de clasificación de RSU es una instalación en donde coexisten dos sistemas, uno manual y otro mecánico, pudiendo lograr así la separación de la basura en fracciones, las cuales se componen de: plásticos, metales, papeles, cartones, materia orgánica, etc.

7.8.1 SISTEMA MANUAL

Definimos a su vez como sistema manual a aquel, en el cual la tarea de clasificación de residuos se realizara por operarios en forma manual.

7.8.2 SISTEMA MECÁNICO

El sistema mecánico estará comprendido por los siguientes equipamientos, que serán parte de la planta de selección: los que realizan la movilidad de los residuos (cintas elevadora y transportadora), el que separa la fracción de material ferroso (electroimán), la trituradora destinada a la trituración de vidrios, la prensa encargada de compactar plásticos, cartones y papeles; cada uno de estos equipamientos hacen que la planta de selección pueda cumplir con sus objetivos. En el próximo punto se nombraran y definirán cada uno de ellos, determinando su función y en qué etapa de la clasificación de residuos se encuentran dentro de la planta.

A continuación puede observarse una figura de una planta de tratamiento planteada por el gobierno de la provincia de Buenos Aires, con la finalidad de mostrar las tareas básicas que se ejecutan dentro de la misma, para la clasificación de los diferentes materiales que componen la basura. Dicho esquema nos servirá para plantear el propuesto por nosotros y determinar las tareas a realizar en las plantas de selección del anteproyecto (Ver anexo planos: planos nº 9 y nº 10).

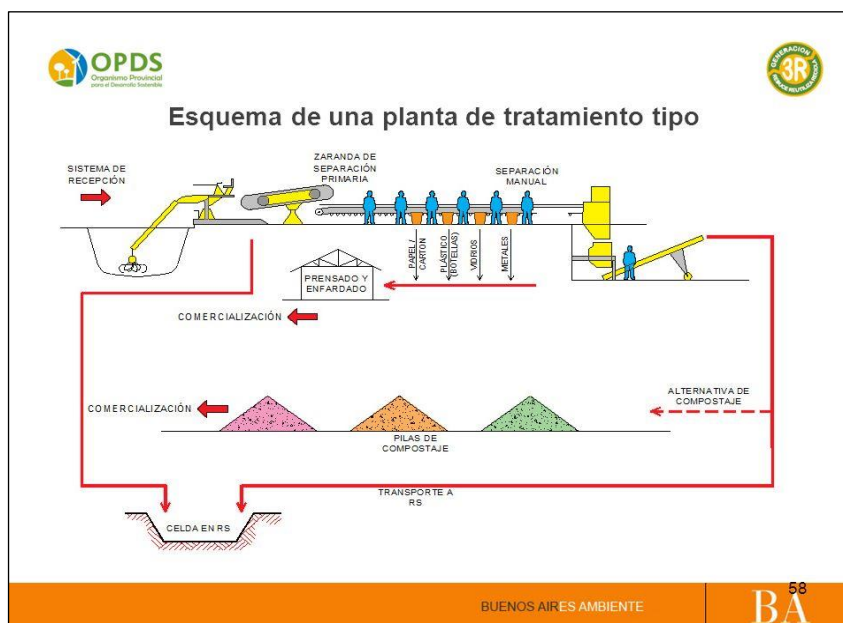


Figura 9: Esquema de planta de tratamiento tipo, gobierno de Buenos Aires (Fuente: <http://slideplayer.es/slide/1104586/>)

CAPÍTULO 7: PLANTAS DE SELECCIÓN DE RSU

7.9 EQUIPAMIENTOS A SER DISPUESTOS EN LAS PLANTAS DE SELECCIÓN

Dentro del galpón donde se realizarán las tareas de selección de los diferentes materiales que componen la basura, se encontrarán los que a continuación se detallan.

7.9.1 TOLVA DE RECEPCIÓN

Este es el primer elemento necesario, en donde los camiones recolectores de basuras depositaran sus cargas ingresando marcha atrás hacia el galpón y mediante el volcado de su caja, descargarán los residuos a ser clasificados. La misma estará por debajo del nivel de piso terminado de la planta de selección, siendo sus secciones las siguientes: 3,50 metros de ancho por 4,00 metros de largo. En la misma se encontrará la cinta elevadora o de alimentación.

7.9.2 MOLINO DESGARRADOR DE BOLSAS

Por encima de la cinta elevadora al final de la misma se dispondrá de un molino rompedor de bolsas con la finalidad de esparcir los diversos residuos y que puedan ser transportados por la cinta transportadora.

7.9.3 CINTA ELEVADORA O DE ALIMENTACIÓN

Dentro de la misma tolva de recepción estará la cinta de elevación o alimentación, la cual estará prevista de un motor que permitirá el movimiento para la elevación de los residuos. El ancho de banda será de 0,80 metros por un largo de 4 metros, al final de ésta se conectará con la cinta transportadora que tiene la función de trasladar los residuos que serán seleccionados por los operarios.

7.9.4 ELECTROIMÁN

La función del mismo es separar los materiales ferrosos que pudieran estar dentro de la basura, el mismo es colocado a una distancia de 20 centímetros por encima de la cinta.

7.9.5 CINTA TRANSPORTADORA

Son los equipos más utilizados para la manipulación de residuos y se las utiliza para trasladar los RSU a seleccionarse. Se diseñan en base a la velocidad de la cinta, al rendimiento por peso (Kg/h) y al espesor del material sobre la cinta. Se utilizan velocidades de 0,05 a 0,5 m/s para cintas metálicas y de 0,5 a 0,25 m/s para cintas flexibles, siendo esta clase la que se adoptará para las tareas propuestas. Para estas últimas las ventajas de la separación manual y la mecanización parcial producen materiales de alta calidad y seguridad laboral cuando trabajan en línea. La cinta transportadora tendrá el mismo ancho que la cinta de alimentación pero el largo será de unos 12 metros, el cual permitirá el trabajo de selección por parte del personal.

7.9.6 CESTOS CONTENEDORES

Son cestos o canastos metálicos que se instalaran al costado de cada personal con el objetivo de permitir el depósito del material seleccionado. Los mismos son previstos de ruedas en su parte inferior para su fácil traslado para las tareas

CAPÍTULO 7: PLANTAS DE SELECCIÓN DE RSU

posteriores al finalizar la selección, como ser limpieza o lavado de plásticos, trituración de vidrios o compactación de plásticos, papeles y cartones.

7.9.7 PRENSA VERTICAL

Equipo que será utilizado para la reducción del tamaño de residuos como papel, cartón, plásticos. La misma tiene un rendimiento en la producción de 120 kilos por hora.

7.9.8 TRITURADORA DE VIDRIO

Este equipo será utilizado para triturar los envases de vidrio y así disminuir el volumen de los mismos.

A continuación se muestra mediante las figuras 10, 11 y 12 algunos de los equipos antes nombrados.



Figura 10: Cinta transportadora (Fuente: <https://www.facebook.com/photo.php?fbid=10207496663243539&set=pb.1497533379.-2207520000.1439216775.&type=3&theater>)



Figura 11: Cinta elevadora (Fuente: <https://www.facebook.com/photo.php?fbid=10207013852493572&set=pb.1497533379.-2207520000.1439217014.&type=3&theater>)



Figura 12: Prensa vertical para compactar cartón, plásticos y papeles (Fuente: <https://www.facebook.com/photo.php?fbid=10207031777421684&set=pb.1497533379.-2207520000.1439217026.&type=3&theater>)

7.10 PROCESOS UTILIZADOS PARA LA SEPARACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LOS COMPONENTES INDIVIDUALES DE LOS RSU

Como proceso de transformación de la basura, podemos decir que son todos aquellos que de alguna u otra manera dependiendo del tipo de material con el que se está tratando, logra reducir su volumen para su posterior deposición en el relleno sanitario o para su posterior comercialización.

Los objetivos de estos procesos son los siguientes:

- Modificar las características físicas de los residuos para que se puedan separar los componentes de residuos más fácilmente
- Separar del flujo de residuos componentes y contaminantes específicos
- Procesar y preparar los materiales para usos posteriores

En el presente anteproyecto consideraremos 3 procesos que se utilizarán para la reducción de sus volúmenes y así de esta manera prepararlos para su posterior comercialización.

7.10.1 TRITURACIÓN

Es el proceso unitario por el que se reduce mecánicamente el tamaño de los materiales residuales recogidos, logrando de esta manera la homogeneización de la mezcla. La trituración se utiliza en los vidrios. A continuación se nombra cual es el equipo encargado de esta tarea.

- Trituradora: es la maquina encargada de procesar material como ser el vidrio y reducir su tamaño original a fracciones del mismo.

7.10.2 SEPARACIÓN MAGNÉTICA

Es el proceso unitario por el que se separan los metales férreos de otros materiales residuales utilizando sus propiedades magnéticas. Para lograr dicha clasificación se utiliza un electroimán.

CAPÍTULO 7: PLANTAS DE SELECCIÓN DE RSU

7.10.3 DENSIFICACIÓN O COMPACTACIÓN

Proceso mediante el cual los materiales aumentan de densidad para facilitar su almacenamiento o transporte.

- Embaladoras o prensa verticales u horizontales: reducen el volumen de plásticos, cartones y papeles.
- Prensa de latas: destinadas a la reducción de latas de aluminios y hojalatas.

También haremos solamente una mención a un cuarto método que se denomina cribación y también puede ser utilizado en las plantas de selección de mayor magnitud si así lo requiere.

7.10.4 CRIBACIÓN

Es el proceso unitario para separar mezclas de materiales de tamaños distintos en dos o más fracciones de tamaños mediante una o más superficie de cribado. Aquí se pueden utilizar tres tipos de cribas: criba vibratoria, criba tromel y criba de discos.

A continuación se define tres tipos de cribas

- Criba vibratoria: utilizadas para la separación de materiales como metales y vidrios en estados casi secos.
- Criba tromel: utilizada para la separación de papel y cartón.
- Cribas de discos: materiales de mayor tamaño circulan por sobre los discos mientras que los de menor tamaño caen dentro de los mismos siendo estos separados.

7.11 COMPOSICIÓN DE LOS RSU

La composición de la basura en las localidades en estudio, está compuesta de materia orgánica y desechos plásticos, latas, cartones y papeles, los mismos son producidos en el ámbito cotidiano de las familias, como así también por restos de poda, barrido de calles y avenidas, etc. que hacen al ámbito público.

Haremos una clasificación de los diferentes materiales en grandes grupos que hacen a la composición de la basura:

- Materia orgánica: restos de comidas, cascaras de frutas y/o verduras, tanto de la preparación de comidas como en el consumo de los mismos.
- Papeles y cartones: revistas, diarios, apuntes, cajas.
- Plásticos: botellas, bolsas, platos, vasos y cubiertos descartables.
- Vidrio: botellas, platos y vasos rotos, residuos producidos por vidrierías.
- Metales: latas de diferentes bebidas alcohólicas o no, tachos, baldes, etc.
- Maderas: de las actividades asociadas con el mismo (carpinterías), restos de poda y jardinería.

En el capítulo III, ya se ha utilizado la siguiente información la cual fue obtenida de la página del observatorio de la nación con la finalidad de tener los porcentajes de cada una de las fracciones de los distintos materiales que componen la basura.

A continuación se presenta en la Tabla 34, los valores en porcentajes de las distintas fracciones de materiales.

CAPÍTULO 7: PLANTAS DE SELECCIÓN DE RSU

Tabla 34: Composición típica de los RSU en Argentina (Fuente: <http://www.ambiente.gob.ar/observatoriorsu/grupo.asp?Grupo=8075&Subgrupo=8214>.)

COMPOSICIÓN TÍPICA DE LOS RSU EN ARGENTINA	
Fracciones de materiales	%
Papel y Cartón	17
Plásticos	14
Vidrio	5
Metales	2
Orgánicos (principalmente restos de alimentos y verdes)	50
Otros	12
Total	100

7.12 PRECIOS DE LOS MATERIALES RECICLABLES

Los precios de los diferentes materiales que componen la basura en el mercado actual son los que se listan en la tabla 35 siguiente:

Estos precios serán utilizados como base e incrementaremos un 70% a los mismos, ya que se pretende que la venta sea directa con los compradores sin que haya intermediarios, según tabla 36. Los mismos serán utilizados en la evaluación financiera para determinar los ingresos por ventas de los residuos seleccionados.

Tabla 35: Precio de los diferentes componentes de la basura (Fuente: González Ambrossi, Gonzalo, avenida Las Heras 555, Resistencia (Chaco).

DETALLE	PRECIO (\$/kilo)
VIDRIO	0,20
BOTELLA DE PLÁSTICO CRISTAL	2,90
BOTELLA DE PLÁSTICO VERDE	1,20
ENVASES SOPLADOS	2,00
BAZAR	0,50
ENVASES DE ACEITE	0,50
CARTÓN	1,00
ALUMINIO	6,00

Tabla 36: Precios propuestos para la venta de los diferentes componentes de la basura (Fuente: Elaboración propia).

DETALLE	PRECIO (\$/kilo)
VIDRIO	0,34
BOTELLA DE PLÁSTICO CRISTAL	4,93
BOTELLA DE PLÁSTICO VERDE	2,04
ENVASES SOPLADOS	3,4
BAZAR	0,85

CAPÍTULO 7: PLANTAS DE SELECCIÓN DE RSU

ENVASES DE ACEITE	0,85
CARTÓN	1,7
ALUMINIO	10,2

7.13 ESPECIFICACIONES EN LA RECUPERACIÓN DE LOS MATERIALES PARA LA VENTA

En lo que a las especificaciones de los materiales a ser comercializados se refiere, se puede decir que son una serie de características tendientes a facilitar al reciclador su labor, minimizando gastos en energía para su industrialización.

Nuestro anteproyecto pretende a partir de la plantas de selección, efectuar la clasificación de materiales acordes a las especificaciones de los compradores, que son los que en definitiva harán uso de lo obtenido como materia prima para la reutilización o generación en otros nuevos productos. Nos basaremos en autores como Tchobanoglous (Fuente: Tchobanoglous, George-Theisen, H.-Vigill, Samuel. Gestión integral de residuos sólidos. México, McGraw-Hill, 1.994)

7.13.1 ESPECIFICACIONES PARA LA VENTA DE PLÁSTICOS

- Estar clasificados por material y color: se sugiere una separación por colores generalmente en tres grupos: transparente, ámbar y verde, puesto que estos indican componentes que tienen distintos puntos de fusión y por lo tanto un valor de energía diferente para recuperación en cada caso.
- Estar lavados y limpios
- Estar compactados y enfardados
- Ser una cantidad grande, en función de la empresa que lo compre estimativamente: de 50kg aproximadamente para un galponero acopiador hasta 500kg para una empresa recicladora pequeña.
- En lo posible, tener continuidad de entrega en el tiempo.

7.13.2 ESPECIFICACIONES PARA EL VIDRIO

- Se lo debe triturar
- Estar clasificados según colores

7.13.3 ESPECIFICACIONES PARA EL PAPEL Y CARTÓN

- Para estos materiales las empresas lo requieren limpios, secos (sin aceites, ni contenidos de humedad) y enfardados

7.14 PROPUESTA DE PLANTA DE COMPOSTAJE

En la Argentina como se observó en la tabla 1, la materia orgánica tiene un fuerte peso frente a la porción inorgánica. Se hará mención de los problemas que trae la materia orgánica en descomposición al ser enterrada sin ningún tipo de tratamiento; por eso es aquí la cuestión de proponer una planta de compostaje dentro del relleno sanitario.

CAPÍTULO 7: PLANTAS DE SELECCIÓN DE RSU

Los problemas que se generan por la materia orgánica son los siguientes:

- Emisión de gases de efecto invernadero contribuyendo al calentamiento global
- Generación de lixiviados

7.14.1 DEFINICIÓN DE COMPOSTAJE

Se define compostaje al proceso biológico de descomposición de la materia orgánica, donde la misma puede ser de origen animal o vegetal. El resultado que se obtiene después de todo un proceso que se describirá a continuación de manera breve, es un producto que se puede aplicar a los suelos para mejorar sus características, como para relleno de las celdas de los módulos también podría ser aprovechado.

7.14.2 VENTAJAS

A continuación se listan algunas de las ventajas que tiene el producto del compostaje.

- Reducción de espacio en el relleno
- Aprovechamiento agrícola de la materia orgánica
- Reciclaje de nutrientes para el suelo
- Producto sin contaminación alguna al medio ambiente
- Eliminación de agentes patógenos

7.14.3 PROCESOS PARA LA PRODUCCIÓN DE COMPOST

El compost se obtiene a partir de la descomposición de la materia orgánica mediante la acción de agentes biológicos microbianos, por lo tanto se necesita de ciertas condiciones como ser físicas y químicas para que el producto final sea de buena calidad.

Existen dos métodos para la realización de compost y que describiremos a continuación.

- Método manual: Cuando no se requiere de ningún equipamiento especial y es cuando la materia orgánica es acumulada en pilas. La aireación en este caso está dada por el volteo periódico del material para contribuir con el proceso de descomposición biológica. Para la obtención del compost en este método varía de 3 a 4 meses.
- Método acelerado: Cuando se ayuda al proceso biológico natural con algún sistema de cañerías perforadas que permite una circulación mayor de aire o en reactores rotatorios donde la materia orgánica es colocada dentro del mismo y este gira en sentido contrario a la corriente del aire en ese momento. El tiempo de permanencia dentro del reactor debe ser de unos 4 días y luego disponerse en pilas como en el método manual; el producto final (Compost) se obtiene entre 2 y 3 meses.

7.14.4 GRADOS DE DESCOMPOSICIÓN DE LA MATERIA ORGÁNICA

Existen 2 grados de descomposición de la materia orgánica, los cuales indican cierto grado de maduración del compost. Estos grados son el de semicurado o bioestabilizado y el segundo es curado o humificado. Además existen los indicadores

CAPÍTULO 7: PLANTAS DE SELECCIÓN DE RSU

que se deben tener en cuenta y controlar, para determinar si el compost ha alcanzado su maduración final siendo estos, el olor, la humedad, el color.

- Semicurado o bioestabilizado: en esta etapa el compost ya puede ser utilizado como abono para suelos
- Curado o humificado: esta indica que la materia orgánica está completamente degradada y estabilizada.

Existen 2 métodos para determinar el grado de madurez del compost: uno es realizando pruebas en laboratorio, a partir de muestras, midiendo la cantidad de carbono total (C) y oxidable, nitrógeno total (N) y amoniacal. Luego se realiza la aplicación de una fórmula C/N y si los valores arrojan ser igual o inferior a 18/1 el compost está semicurado. En caso de ser inferior a 12/1 la relación C/N se considera un compost totalmente curado.

Otra de las maneras para determinar el curado del compost es aplicando la técnica en campo, denominada test de la mano. La técnica implica frotarse las manos con un poco de compost y la misma debería quedar sucia y desprenderse fácilmente.

7.14.5 FACTORES INTERVINIENTES EN EL COMPOSTAJE

Los factores que deben controlarse a lo largo del proceso de compostaje son los siguientes:

- Aireación: es necesaria para la digestión biológica y la cual ayuda a la descomposición de la materia orgánica de forma más rápida.
- Humedad: para un buen compostaje la humedad que debe alcanzar le mismo es del 50%. Si fuese muy alta se perjudicaría la actividad biológica y si es muy baja la aireación.
- Temperatura: el proceso de compostaje comienza a temperatura ambiente y a medida que la actividad microbiana se intensifica la temperatura se eleva hasta los 55°C-60°C. A esta fase se la denomina termófila y se mantiene durante un tiempo que depende de las características de los residuos. La siguiente fase se denomina mesófila en donde la temperatura disminuye a valores de 30°C-50°C.
- Nutrientes: durante el inicio del compostaje la relación C/N debe estar en 30/1 y el nivel de nitrógeno entre 1,2% a 1,5%.
- pH: el pH del compost curado humificado varía entre 7 u 8.

7.14.6 EQUIPAMIENTO NECESARIO PARA REALIZAR EL COMPOSTAJE

Se necesitara de una chipeadora que admita un diámetro de 5 centímetros de madera (restos de poda, ramas), con una velocidad de avance de 0,5 metros por segundo. Cuya finalidad será la de obtener astillas de madera de un tamaño muy pequeño y que deberá ser mezclado con el resto orgánico para conformar el compost. Como esta propuesto realizarlo en forma manual a la aireación, no se necesitaría más que un rastrillo largo para mover y voltear la materia orgánica.

7.15 PROPUESTA DE PROGRAMA PUNTOS LIMPIOS

Se considerara la realización de un programa de incentivo en los 3 municipios involucrados fomentando la concientización de la población para abordar el tema de la basura, por el impacto negativo que está generando la deposición descontrolada en micro basurales clandestinos. El mismo estará orientado a todos los vecinos de las comunas y a los visitantes aleatorios.

CAPÍTULO 7: PLANTAS DE SELECCIÓN DE RSU

Se propone educar y concientizar mediante charlas llevadas a cabo por técnicos especialistas del ICAA en escuelas primarias y secundarias. Otra actividad que se contemplará con la ayuda del personal de los municipios, será la realización de eventos sociales en lugares característicos propuestos como: en la plaza de los artesanos, anfiteatro (Paso de la Patria); plaza San Martín (Itatí) y en el polideportivo de la laguna Totorá (San Cosme).

Proponemos que esta actividad sea realizada dos veces al mes por parte del personal municipal y contemplando que en dichos lugares se contará con cestos de clasificación de manera que el vecino pueda llevar el material seleccionado en desuso para reciclaje por ejemplo: botellas plásticas, papeles, cartones, etc. y de esta manera que el mismo se involucre y se sienta participativo dentro del programa; se haría la entrega de folletería con la utilización de papel reciclado con la finalidad de expandir la concientización.

7.16 OPERACIÓN EN LA PLANTA DE SELECCIÓN DE SAN COSME

La operación diaria supone luego de pesado el camión, que este se dirija hasta la playa de descarga. Esta playa de descarga es por si surgen inconvenientes como ser, días de lluvias o cualquier otro imprevisto. De no ser así el camión deberá introducirse marcha atrás y descargar su carga sobre la tolva de recepción.

Por encima de la tolva se encontrará un molino desgarrador de bolsas que permitirá que los residuos se dispersen. Luego la cinta elevadora transportará de manera continua residuos hacia la cinta transportadora, sobre la cual los operarios realizarían las tareas de selección en forma manual. (Ver anexo: planos de detalles)

Los residuos que no sirven para ser comercializados serán llevados por la misma cinta transportadora hacia una cinta elevadora que depositará los mismos dentro de un camión, el cual luego deberá trasladarse hasta el sitio de disposición final.

8.1 EVALUACIÓN PRIVADA

En este capítulo se desarrollará solamente la evaluación privada. Se deja en claro que no se realizará la evaluación social, pero bien podría realizarse. Las cuestiones que llevaron a no efectuarse la misma fueron, la falta de datos y la complejidad en su obtención, para definir en forma concreta los beneficios sociales y ambientales o externalidades positivas que surgirían de la construcción del relleno sanitario.

Es muy difícil medir los tipos de enfermedades y cantidad de personas alcanzadas por el riesgo de contraer enfermedades por algún vector (moscas, mosquitos, perros, ratas, cucarachas, etc.) presente en los basurales. Otras de las complejidades en la obtención de los beneficios sociales sería la cuantificación de los gastos hospitalarios asociados a la erradicación de los basurales y microbasurales desde el momento en que empiece a operar el relleno sanitario. En cuanto a los beneficios ambientales también radica en una tarea compleja en la obtención de datos intangibles como:

- Mejoramiento en la imagen urbana
- Disminución de la contaminación de suelo, aire y agua
- Disminución de los malos olores

Por todas las cuestiones planteadas con anterioridad no se realizará la evaluación social.

8.1.1 METODOLOGÍA A UTILIZAR

La metodología estará dada por el flujo de fondos entre ingresos y egresos con una inversión inicial capaz de cubrir algunos gastos de equipos electromecánicos y obra civil. Este ingreso inicial estará dado por un subsidio que se buscaría en algún ente público, organización privada, etc. Otros de los ingresos a considerar a partir del primer año es la venta de materiales recuperados (plástico, cartón, papel, metales, vidrio) como así también la venta de compost orgánico.

Mientras que los egresos serán, la inversión en máquinas y equipos electromecánicos necesarios para la operatividad de las plantas de selección, costos operativos y realización de la obra civil, estando contemplado aquí la construcción de los galpones, módulos y obras complementarias a la misma (canales de desagüe de aguas pluviales, pozos de monitoreo, venteo de gases, recolección de líquidos lixiviados). El flujo de fondo se evaluará a lo largo de la vida útil (20 años) del relleno sanitario contemplado en el anteproyecto.

Una vez finalizado el flujo de fondo se determinará el valor actual neto privado (VAN privado) considerando una tasa de oportunidad de 12% anual. En caso de que el anteproyecto diera un valor por encima de este VAN privado, se estaría en condiciones de realizarlo ya que el mismo será rentable financieramente.

CAPÍTULO 8: EVALUACIÓN PRIVADA

8.2 BENEFICIOS PRIVADOS DEL ANTEPROYECTO

Aquí se evaluará los beneficios desde el punto de vista privado, considerándose como se ha mencionado con anterioridad el ingreso de dinero por venta de materiales capaces de ser reciclados y además de compost orgánico, los cuales ayudaran a mantener las plantas, personal y compra de maquinarias a futuro.

8.2.1- INGRESOS POR VENTAS DE MATERIALES RECUPERADOS

Como se había dicho en el capítulo III, que se realizaría la recuperación de 25% de residuos y 15% de materia orgánica para compostaje, los cuales se verán afectados de una disminución del 40% por considerarse diversos factores como ser: calidades con que llegan los materiales a la planta así como el rendimiento del personal, entre otros. Los precios de mercado a los que estaría dispuesto a pagar una chacharita son los presentados en la tabla 37, a los cuales se le realizara un incremento del 70% por considerar la venta de los materiales directamente con las empresas recicladoras y estará representado en la tabla 38. El precio de abono orgánico se consideró en 10 pesos por kilo.

En base a todo lo antes mencionado se confeccionaron las tablas 39 y 40, en las cuales se estimaron los ingresos año a año en cuanto a la de materiales para reciclaje como de abono orgánico respectivamente.

Tabla 37: Precio de los diferentes componentes de la basura. (Fuente: González Ambrossi, Gonzalo, avenida Las Heras 555, Resistencia (Chaco)).

DETALLE	PRECIO (\$/kilo)
VIDRIO	0,20
BOTELLA DE PLÁSTICO CRISTAL	2,90
BOTELLA DE PLÁSTICO VERDE	1,20
ENVASES SOPLADOS	2,00
BAZAR	0,50
ENVASES DE ACEITE	0,50
CARTÓN	1,00
ALUMINIO	6,00

Tabla 38: Precios propuestos para la venta de materiales reciclables (Fuente: Elaboración propia)

DETALLE	PRECIO (\$/kilo)
VIDRIO	0,34
BOTELLA DE PLÁSTICO CRISTAL	4,93
BOTELLA DE PLÁSTICO VERDE	2,04

CAPÍTULO 8: EVALUACIÓN PRIVADA

ENVASES SOPLADOS	3,4
BAZAR	0,85
ENVASES DE ACEITE	0,85
CARTÓN	1,7
ALUMINIO	10,2

Tabla 39: Ingresos estimados por venta de materiales para reciclaje (Fuente: Elaboración propia)

Años	Generación de las 3 localidades en el período ENE-MAR	Generación de las 3 localidades en el período ABR-DIC	Generación anual de las 3 localidades (kg./año)	Generación anual total de residuos (kg./año)	Estimación en venta de materiales para reciclaje (\$/año)
2.017	2.188.169	234.327	5.869.076	8.291.572	\$ 1.628.398
2.018	2.268.082	238.639	6.067.206	8.573.927	\$ 1.885.913
2.019	2.351.290	243.030	6.273.171	8.867.491	\$ 1.950.485
2.020	2.437.939	247.502	6.487.313	9.172.754	\$ 2.017.630
2.021	2.528.181	252.056	6.709.992	9.490.229	\$ 2.087.462
2.022	2.622.177	256.693	6.941.581	9.820.451	\$ 2.160.097
2.023	2.720.094	261.417	7.182.473	10.163.983	\$ 2.235.660
2.024	2.822.107	266.227	7.433.077	10.521.411	\$ 2.314.280
2.025	2.928.401	271.125	7.693.823	10.893.349	\$ 2.396.091
2.026	3.039.166	276.114	7.965.160	11.280.440	\$ 2.481.235
2.027	3.154.605	281.194	8.247.558	11.683.357	\$ 2.569.860
2.028	3.274.926	286.368	8.541.508	12.102.802	\$ 2.662.121
2.029	3.400.351	291.638	8.847.525	12.539.513	\$ 2.758.179
2.030	3.531.109	297.004	9.166.148	12.994.261	\$ 2.858.205
2.031	3.667.443	302.469	9.497.940	13.467.851	\$ 2.962.376
2.032	3.809.603	308.034	9.843.492	13.961.128	\$ 3.070.876
2.033	3.957.855	313.702	10.203.420	14.474.977	\$ 3.183.902
2.034	4.112.475	319.474	10.578.373	15.010.321	\$ 3.301.656
2.035	4.273.752	325.352	10.969.026	15.568.130	\$ 3.424.351
2.036	4.441.991	331.339	11.376.088	16.149.417	\$ 3.552.210

Tabla 40: Ingresos estimados por venta de abono orgánico (Fuente: Elaboración propia)

Años	Generación de las 3 localidades en el período ENE-MAR	Generación de las 3 localidades en el período ABR-DIC	Generación anual de las 3 localidades (kg./año)	Generación anual total de residuos (kg./año)	Estimación en venta de compost orgánico (\$/año)
2.017	2.188.169	234.327	5.869.076	8.291.572	\$ 7.462.415

CAPÍTULO 8: EVALUACIÓN PRIVADA

2.018	2.268.082	238.639	6.067.206	8.573.927	\$ 7.716.534
2.019	2.351.290	243.030	6.273.171	8.867.491	\$ 7.980.742
2.020	2.437.939	247.502	6.487.313	9.172.754	\$ 8.255.478
2.021	2.528.181	252.056	6.709.992	9.490.229	\$ 8.541.206
2.022	2.622.177	256.693	6.941.581	9.820.451	\$ 8.838.406
2.023	2.720.094	261.417	7.182.473	10.163.983	\$ 9.147.585
2.024	2.822.107	266.227	7.433.077	10.521.411	\$ 9.469.270
2.025	2.928.401	271.125	7.693.823	10.893.349	\$ 9.804.014
2.026	3.039.166	276.114	7.965.160	11.280.440	\$ 10.152.396
2.027	3.154.605	281.194	8.247.558	11.683.357	\$ 10.515.021
2.028	3.274.926	286.368	8.541.508	12.102.802	\$ 10.892.522
2.029	3.400.351	291.638	8.847.525	12.539.513	\$ 11.285.562
2.030	3.531.109	297.004	9.166.148	12.994.261	\$ 11.694.835
2.031	3.667.443	302.469	9.497.940	13.467.851	\$ 12.121.066
2.032	3.809.603	308.034	9.843.492	13.961.128	\$ 12.565.016
2.033	3.957.855	313.702	10.203.420	14.474.977	\$ 13.027.479
2.034	4.112.475	319.474	10.578.373	15.010.321	\$ 13.509.289
2.035	4.273.752	325.352	10.969.026	15.568.130	\$ 14.011.317
2.036	4.441.991	331.339	11.376.088	16.149.417	\$ 14.534.475

8.3 ESTIMACIÓN PRESUPUESTARIA DEL SALARIO DE LOS TRABAJADORES

Debemos considerar la incorporación de recolectores informales, que quieran ser parte del personal de clasificación de las plantas. Las mismas se dispondrán en las localidades de Itatí y San Cosme; esta última estará dentro del mismo predio del relleno sanitario como se ha planteado con anterioridad. La cantidad a seleccionar será de 12 operarios que realizarán las tareas de selección en forma manual, cantidad que se verá incrementada en la relación al incremento de residuos generados.

El salario propuesto en primera instancia será el vigente propuesto por el ministerio de trabajo de la nación considerando como salario mínimo vital y móvil el cual la provincia de Corrientes adopta para sus trabajadores municipales una remuneración mensual y considerando 8 horas de trabajo diarias con la suma de \$4.716 siendo de \$23,58 pesos la hora.

El salario de los operarios de las máquinas pesadas como ser: retroexcavadora, motoniveladora y camión para el traslado interno de la basura y tareas en el módulo, serán considerados acorde al salario de un operario especializado de la construcción siendo el mismo de \$32,50 la hora. Se deberá contar con la disponibilidad de un operario por máquina o equipo en funcionamiento siendo en total tres operarios a tener en consideración.

Se dispondrá además de seis serenos, considerándose tres por planta, capaces de cubrir el día en turnos de 8 horas cada uno; dos coordinadores administrativos, los cuales tendrán como tareas, controlar al personal de la planta de clasificación y llevar

CAPÍTULO 8: EVALUACIÓN PRIVADA

a cabo las ventas de los materiales seleccionados y compost orgánico (uno por planta); dos secretarios administrativos (uno por planta); un coordinador operativo, encargado de la operación y manejo de los residuos dentro de los módulos, control de gases, lixiviados, etc. Se consideran dos choferes de camioneta (uno por planta) para el traslado de coordinadores o técnicos. Para la brigada de limpieza solo se necesitaran dos personas por planta y las mismas estarán encargadas de la limpieza de los baños, oficinas administrativas y galpón de selección.

Tabla 37: Sueldos estimados para operarios, técnicos y administrativos (Fuente: Elaboración propia)

Concepto	Cantidad	Sueldo mensual (\$)	Total mensual (\$)	Total anual (\$)
Sereno	6	\$ 7.800	\$ 46.800	\$ 561.600
Coordinador administrativo	2	\$ 10.000	\$ 20.000	\$ 240.000
Administrativo	2	\$ 4.000	\$ 8.000	\$ 96.000
Coordinador técnico-operativo	1	\$ 12.000	\$ 12.000	\$ 144.000
Chofer de camión y maquinistas	3	\$ 7.800	\$ 23.400	\$ 280.800
Chofer de camioneta	2	\$ 3.500	\$ 7.000	\$ 84.000
Brigada de Limpieza	4	\$ 3.000	\$ 12.000	\$ 144.000
Operarios de las plantas de clasificación	8	\$ 5.000	\$ 40.000	\$ 480.000
TOTAL			\$ 169.200	\$ 2.030.400

8.4 INVERSIONES DEL ANTEPROYECTO

Las inversiones que deriven del anteproyecto deberán ser llevado a cabo por el consenso de los tres municipios.

Se consideran inversiones a todas las obras que se deban realizar como oficinas administrativas, caseta de vigilancia, bascula para pesaje de los camiones, galpones, caminos internos, sanitarios, playas de lavado de camiones, playa de compost, taller, parqueización, cercos perimetrales, infraestructura del relleno, etc. Deben agregarse además todas las máquinas y equipos necesarios para los trabajos a realizar tanto en el relleno sanitario como en la planta de selección.

Los costos a tener en cuenta a lo largo de la vida útil del relleno sanitario, serán los que se deriven del mantenimiento de las instalaciones y de las máquinas y equipos que sufrirán desgastes propios del uso y la antigüedad de los mismos.

La inversión total que demandaría la realización de la planta de selección a ubicarla en la localidad de Itatí más la planta de selección y relleno sanitario a disponer en la localidad de San Cosme se puede determinar mediante la siguiente ecuación.

CAPÍTULO 8: EVALUACIÓN PRIVADA

Inversión total = costo preparación + costo construcción + costo maquinaria y equipo + costo protección y mantenimiento

Dónde:

Costo de preparación: Costo que incluye el acondicionamiento del terreno: desenraizado, excavaciones, movimiento de suelo, construcción de caminos internos y de acceso.

Costos de construcción: Costo de edificación de galpones, oficina administrativa, sanitarios, cerco perimetral, garita de guardia, etc.

Costos de máquinas y equipos: compra de motoniveladora, retroexcavadora, topadora sobre orugas, camión, cintas transportadoras, tolvas, etc.

Costo de protección y mantenimiento: Costos de instalaciones para la evacuación de aguas pluviales y lixiviados, forestación, protección de módulos, mantenimientos de máquinas.

8.4.1 DETERMINACIÓN DE LOS COSTOS TOTALES DE RELLENO SANITARIO Y PLANTAS DE SELECCIÓN

En cuanto a la inversión total, como en todo anteproyecto de ingeniería principalmente se deben determinar los costos unitarios de cada uno de los ítems a tener en cuenta. Los ítems a tener en cuenta son todos los necesarios para la ejecución y puesta en marcha de la obra, garantizando su finalidad para la cual fue construida.

Una vez considerado todos los ítems de construcción, mantenimiento y de las maquinarias, obtenidos sus costos, se determinara el costo total que demandara realizar el anteproyecto.

A continuación se confeccionaron las planillas que comprenden todos los ítems necesarios para llevar a cabo la ejecución y puesta en marcha de las plantas de selección y relleno sanitario.

Determinaremos inicialmente los costos para la realización del relleno sanitario.

Tabla 38: Computo y presupuesto para la realización del módulo, construcciones varias e infraestructuras en el relleno y entorno (Fuente: Elaboración propia)

Nº	ITEM	UNIDAD	CANT.	IMPORTE UNIDAD	IMPORTE TOTAL	TOTAL ITEM
1	CONSTRUCCIÓN DE PLANTA DE RECUPERACIÓN Y SEPARACIÓN DE RSU					450.000
1.1	GALPÓN DE RECICLAJE 15 x 40 m	GL	1	\$ 300.000	\$ 300.000	

CAPÍTULO 8: EVALUACIÓN PRIVADA

1.2	GALPÓN DE RECICLAJE 10 x 20 m	GL	1	\$ 150.000	\$ 150.000	
2	CONSTRUCCIONES Y EQUIPOS VARIOS					3.518.651
2.1	NEXO RED AGUA POTABLE	GL	1	\$ 300.000	\$ 300.000	
2.2	NEXO LÍNEA ENERGÍA (DPEC)	GL	1	\$ 500.000	\$ 500.000	
2.3	TEJIDO OLIMPICO	ML	1.740	\$ 490,97	\$ 854.287,80	
2.4	POSTES HORMIGON	UN	530	\$ 140,00	\$ 74.200	
2.5	PORTICO ACCESO - PORTON	GL	2	\$ 6.641	\$ 13.281,72	
2.6	GARITA CONTROL ACCESO	GL	2	\$ 5.641	\$ 11.281,72	
2.7	BÁSCULA DE PESAJE	UN	2	\$ 257.800	\$ 515.600	
2.8	CASETA CONTROL DE BÁSCULA	GL	2	\$ 10.000	\$ 20.000	
2.9	ESTACIONAMIENTOS VEHICULOS	GL	1	\$ 30.000	\$ 30.000	
2.10	FOSA DE LIXIVIADOS	UN	1	\$ 600.000	\$ 600.000	
2.11	EQUIPO DE LAVADO Y ENGRASADO	GL	1	\$ 100.000	\$ 100.000	
2.12	CISTERNA DE AGUA POTABLE 20000 LITROS	UN	2	\$ 150.000	\$ 300.000	
2.13	TALLER	GL	1	\$ 200.000	\$ 200.000	
3	ACCESOS					155.344
3.1	CALLES INTERNAS	M2	262	\$ 26,00	\$ 6.812	
3.2	ILUMINACIÓN EXTERIOR	UN	40	\$ 1.520	\$ 60.800	
3.3	CANALES PLUVIALES	M3	1.932	\$ 26,00	\$ 50.232	
3.4	FORESTACIÓN ÁRBOL CHICO	UN	300	\$ 50,00	\$ 15.000	
3.5	FORESTACIÓN ÁRBOL GRANDE	UN	300	\$ 75,00	\$ 22.500	
4	CONSTRUCCIÓN DE UN RELLENO SANITARIO COMO MÉTODO DE DISPOSICIÓN FINAL DE LOS RSU NO RECUPERABLES (módulo 165*75*7)					3.637.313
4.1	GEOMEMBRANA CELDA	M2	14.055	\$ 57,14	\$ 803.142,86	
4.2	GEOMALLA	M2	14.055	\$ 85,00	\$ 1.194.675	
4.3	MOV. DE SUELO MÓDULO	M3	43.000	\$ 26,00	\$ 1.118.000	
4.4	SUELO PARA SELLADO DE MÓDULO	M3	1.235	\$ 300,00	\$ 370.500	
4.5	CAÑERIAS PVC 110 mm PARA DRENAJE	ML	605	\$ 79,00	\$ 47.795	
4.6	CAÑERIAS PVC 160 mm	ML	640	\$ 30,00	\$ 19.200	
4.7	CÁMARA DE INSPECCIÓN	UN	1	\$ 20.000	\$ 20.000	
4.8	BOMBA CENTRIFUGA	UN	1	\$ 40.000	\$ 40.000	
4.9	CAÑO Hº PREFAB 1,2m	UN	30	\$ 800,00	\$ 24.000	
Total						7.761.308

CAPÍTULO 8: EVALUACIÓN PRIVADA

8.4.2 COSTOS EN EQUIPAMIENTOS ELECTROMECAÑICOS

A continuación mediante la tabla 43, se detallaran los equipamientos necesarios de los que se deberá contar para el funcionamiento de las plantas de selección.

Tabla 39: Precios de equipos electromecánicos (Fuente: Elaboración propia)

ITEMS		COSTO
1	1 Unidad CINTA TRANSPORTADORA de clasificación de residuos de 12mts Long x 800mm ancho s/cuba metálica conformada con estructura soporte autoportante con moto reductor y banda transp. Revestida en PVC. Todas las partes metálicas con pintura de protección.-	\$ 315.000
2	1 Unidad CINTA TRANSPORTADORA de clasificación de residuos de 8m de long x 800mm ancho s/cuba metálica conformada con estructura soporte autoportante con motor reductor y banda transp. revestida en PVC. Todas las partes metálicas con pintura de protección.	\$ 157.500
3	2 CINTA TRANSPORTADORA PORTATIL regulable de 4.000mm long x 800mm ancho con topes de plásticos s/banda uso de carga de material descarte. Con motor reductor.	\$ 400.000
4	2 PRENSA HIDRAULICA tipo vertical para fardos de 0,9 x0,9 x0,6m-estructura soporte en chapa conformada y perfiles laminado. Cilindro hidráulico de 6 pulg x1.200 mm carrera. central hidráulica con motor eléctrico de 13Kw. Depósito de aceite y válvulas de comando manual con actuador de retardo y manómetro de presión.-	\$ 600.000
5	8 unidades CONTENEDORES de plásticos con dos ruedas fijas Cap. 240L.-	\$ 45.000
6	2 TRITURADORAS Tipo vertical Capacidad 120kg.	\$ 250.000
7	2 ELECTROIMANES	\$ 450.000
8	2 TOLVA METALICA de 4m de forma trapezoidal en chapa conformada para sector descarga de camiones y empalme con cinta de clasificación.-	\$ 70.000
9	1 CHIPEADORA motor de 50 hp para capacidad de 140 kilos/hora diámetro 5 centímetros	\$ 300.000
TOTAL		\$ 2.587.500

8.4.3 MAQUINAS PESADAS

Se considera la compra de máquinas como ser, una motoniveladora Caterpillar modelo K140, una retroexcavadora 4x4 marca Maxion, una topadora a orugas marca Caterpillar, dos camionetas Chevrolet S10 4x2 y un camión con caja volcadora. Todos serán utilizados en diferentes tareas dentro del predio del relleno sanitario y en el caso de las camionetas para el traslado de los técnicos-administrativos cuando sea necesario.

CAPÍTULO 8: EVALUACIÓN PRIVADA

Tabla 40: Precios de máquinas, camión y camionetas (Fuente: Elaboración propia).

ITEMS	CONCEPTO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO s/IVA	Costo Total
1	Camión con caja volcadora	2	\$ 620.150	\$ 1.240.300
2	Retroexcavadora 4x4	1	\$ 825.550	\$ 825.550
3	Topadora a orugas	1	\$ 1.975.000	\$ 1.975.000
4	Camionetas	2	\$ 293.000	\$ 586.000
5	Motoniveladora	1	\$ 1.975.000	\$ 1.975.000
	TOTAL			\$ 6.601.850

8.4.4 COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Se consideran en la tabla siguiente, los costos que se tendrán en cuenta para la operación de las máquinas, elementos de seguridad en la planta de selección, capacitaciones para los operarios, gastos generales como ser luz, agua y servicio de telefonía e internet, entre otros. Además de los gastos antes mencionados, se considera que cada 5 años se realizara el trabajo de relevamientos topográficos y amojonamientos para la realización de futuros módulos. Para ello se contratara a un topógrafo y un ayudante.

Tabla 41: Costos de operación y mantenimiento (Fuente: Elaboración propia)

CONCEPTO	COSTOS ANUALES (\$)
Servicios generales	\$ 228.000
Mantenimiento de máquinas y equipos	\$ 100.000
Recarga de extinguidores	\$ 1.100
Mantenimiento de instalaciones	\$ 120.000
Capacitaciones	\$ 30.000
Seguro de vehículos	\$ 31.200
Combustibles	\$ 216.000
Lubricantes	\$ 6.000
Cubiertas	\$ 24.000
TOTAL	\$ 756.300

Como se hizo mención con anterioridad, previo a la construcción de los módulos se realizarían tareas de topografía. Como los módulos están previstos cada 5 años, estos gastos aparecerán también cada 5 años en el flujo de fondos.

CAPÍTULO 8: EVALUACIÓN PRIVADA

Tabla 42: Costos por tareas de topografía (Fuente: Elaboración propia)

CONCEPTO	CANTIDAD	SUELDO
Topógrafo	1	\$ 40.000
Ayudante de topografía	1	\$ 10.000
TOTAL		\$ 50.000

8.5 DEPRECIACIÓN DE MAQUINAS Y EQUIPOS

Según datos de la siguiente figura dependiendo de la clase de activo que se tenga, muestra las distintas amortizaciones expresados en términos de años y los mismos serán tenidos en cuenta para realizar dichas inversiones, concluida su vida útil. Para lo cual la amortización para maquinarias de construcción y equipos electromecánicos son de 10 años y para el caso de las camionetas y camiones que consideramos que en el anteproyecto estarían comprendidos dentro del rubro de transportes lo cual hace que su amortización sea de 5 años.

Tabla 43: Depreciaciones de activos (Fuente:https://www.isagen.com.co/informe-de-gestion/2012/notas_estados.html)

Clase de activo	Vida útil en años
Construcciones, edificaciones y obra civil	50
Equipo de generación	25
Equipo electrónico	25
Muebles, equipo de oficina, laboratorio, herramientas, equipo de taller, maquinaria para la construcción y mantenimiento y equipo de almacén	10
Equipo de transporte	5

8.6 FLUJO DE FONDOS

Finalmente se realizara el flujo de fondos entre los ingresos y egresos que se fueron considerando a lo largo del capítulo. Los indicadores para que el anteproyecto sea viable serán la TIR (Tasa Interna de Retorno) la cual deberá ser mayor o igual a la tasa del inversor y el VAN privado (Valor Actual Neto privado) con una tasa de oportunidad del 12% mayor o igual a 0.

Capítulo 8: EVALUACIÓN FINANCIERA

Tabla 44: Flujo de fondos (Elaboración propia)

<u>Años</u>	<u>Conceptos</u>									
	<u>Ingresos</u>				<u>Egresos</u>					
	Subsidio	Ingreso por ventas	Valor de desecho del proyecto	<u>Total ingresos</u>	Inversión en edificación	Inversión en módulos	Inversión maquinas, vehiculos y equipos electromecanicos	Gastos de operación	<u>Total Egresos</u>	<u>Flujo de Fondos</u>
Año 0	\$ 13.000.000			\$ 13.000.000	\$ 4.123.995	\$ 3.637.313	\$ 14.619.372	\$ 50.000	\$ 22.430.680	-\$ 9.430.680
Año 1		\$ 10.230.692		\$ 10.230.692				\$ 2.378.700	\$ 2.378.700	\$ 7.851.992
Año 2		\$ 10.922.586		\$ 10.922.586				\$ 2.378.700	\$ 2.378.700	\$ 8.543.886
Año 3		\$ 11.296.566		\$ 11.296.566				\$ 2.378.700	\$ 2.378.700	\$ 8.917.866
Año 4		\$ 11.685.450		\$ 11.685.450		\$ 3.600.813	\$ 1.067.985	\$ 2.428.700	\$ 7.097.498	\$ 4.587.952
Año 5		\$ 12.089.890		\$ 12.089.890				\$ 2.378.700	\$ 2.378.700	\$ 9.711.190
Año 6		\$ 12.510.571		\$ 12.510.571				\$ 2.384.700	\$ 2.384.700	\$ 10.125.871
Año 7		\$ 12.948.207		\$ 12.948.207				\$ 2.384.700	\$ 2.384.700	\$ 10.563.507
Año 8		\$ 13.403.545		\$ 13.403.545				\$ 2.384.700	\$ 2.384.700	\$ 11.018.845
Año 9		\$ 13.877.369		\$ 13.877.369		\$ 3.600.813	\$ 14.619.372	\$ 2.434.700	\$ 20.654.884	-\$ 6.777.516
Año 10		\$ 14.370.496		\$ 14.370.496				\$ 2.384.700	\$ 2.384.700	\$ 11.985.796
Año 11		\$ 14.883.783		\$ 14.883.783				\$ 2.384.700	\$ 2.384.700	\$ 12.499.083
Año 12		\$ 15.418.127		\$ 15.418.127				\$ 2.384.700	\$ 2.384.700	\$ 13.033.427
Año 13		\$ 15.974.467		\$ 15.974.467				\$ 2.384.700	\$ 2.384.700	\$ 13.589.767
Año 14		\$ 16.553.783		\$ 16.553.783		\$ 3.600.813	\$ 12.031.872	\$ 2.440.700	\$ 18.073.384	-\$ 1.519.601
Año 15		\$ 17.157.104		\$ 17.157.104				\$ 2.390.700	\$ 2.390.700	\$ 14.766.404
Año 16		\$ 17.785.505		\$ 17.785.505				\$ 2.390.700	\$ 2.390.700	\$ 15.394.805
Año 17		\$ 18.440.113		\$ 18.440.113				\$ 2.390.700	\$ 2.390.700	\$ 16.049.413
Año 18		\$ 19.122.104		\$ 19.122.104				\$ 2.396.700	\$ 2.396.700	\$ 16.725.404
Año 19		\$ 19.832.714		\$ 19.832.714				\$ 2.372.700	\$ 2.372.700	\$ 17.460.014
Año 20		\$ 20.573.233	\$ 3.791.818	\$ 24.365.051				\$ 2.372.700	\$ 2.372.700	\$ 21.992.351

Capítulo 8: EVALUACIÓN FINANCIERA

8.7 INDICADORES DE RENTABILIDAD

Desde el punto de vista del inversionista, lo más importante de utilizar los indicadores, es analizar la manera como se produce el retorno de los valores invertidos. Dichos indicadores son la TIR y el VAN.

- TIR (Tasa interna de retorno)
Si $TIR > r$ se aceptará el proyecto. La razón es que el anteproyecto da una rentabilidad mayor que la rentabilidad mínima requerida (el coste de oportunidad). Siendo r la tasa de oportunidad del inversor.
Si $TIR < r$ se rechazará el proyecto. La razón es que el anteproyecto da una rentabilidad menor que la rentabilidad mínima requerida.
- VAN (Valor Actual Neto)
Si $VAN > 0$ se considera la posibilidad de realizar el anteproyecto.
Si $VAN < 0$ no es viable realizar las inversiones para realizar el anteproyecto.

Los indicadores aplicados al flujo de fondos antes presentados fueron los siguientes.

Tabla 45: Indicadores de rentabilidad (Fuente: Elaboración Propia)

VAN privado (12%)	\$ 58.709.298
TIR (%)	86

Como conclusión final se puede decir que desde el punto de vista del inversor, al haber dado un VAN mayor a 0 y una TIR mayor al 12% que fue la tasa considerada para la inversión, se estaría en condiciones de realizar el anteproyecto. El valor de la TIR nos dice que el anteproyecto generaría una rentabilidad mayor en el dinero invertido.