

Plan Provincial para la Gestión de Residuos Sólidos Urbanos (GIRSU) para la Provincia de Río Negro

PROYECTO EJECUTIVO

Producto 6

Subproductos: Plan de Cierre, Clausura y Mantenimiento post Clausura de BCAs – Regionalización Lamarque y Luis Beltrán.

Noviembre 2015

ÍNDICE

1.....	MARCO DEL CIERRE DE BASURALES A CIELO ABIERTO.....	4
1.1.	INTRODUCCIÓN.....	4
1.2.	CARACTERIZACION DEL PREDIO A INTERVENIR.....	4
1.2.1.	<i>Lamarque.....</i>	<i>4</i>
1.2.2.	<i>Luis Beltrán.....</i>	<i>9</i>
1.3.	ESTIMACION DE ÁREA Y VOLUMEN DE RESIDUOS.....	13
1.4.	ENFOQUE TÉCNICO DE LAS TAREAS DE CIERRE Y CLAUSURA	14
1.5.	CONTENIDOS DEL PROGRAMA DE CIERRE DEL BCA.....	16
1.6.	OBJETVOS DEL CIERRE TÉCNICO DEL BCA ACTUAL.....	16
1.7.	ESQUEMA DE PRESENTACIÓN	17
2.....	PLAN DE GESTION MUNICIPAL DEL BCA	18
2.1.	PLAN DE MANEJO EN ETAPA DE TRANSICIÓN O PRE - CLAUSURA.....	18
2.2.	PLAN DE CIERRE Y CLAUSURA	20
2.3.	PLAN DE POST - CIERRE	20
3.....	MEMORIA DESCRIPTIVA TÉCNICA - CONSTRUCTIVA.....	22
3.1.	INTRODUCCIÓN.....	22
3.2.	CERCO PERIMETRAL.....	24
3.3.	COBERTURA FINAL	25
3.3.1.	<i>Ejecución de la capa de baja permeabilidad.....</i>	<i>25</i>
3.3.2.	<i>Ejecución de la capa de suelo vegetal.....</i>	<i>31</i>
3.4.	CANALES PERIMETRALES	34
3.5.	SEÑALAMIENTO	34
3.6.	POZOS DE VENTEO DE BIOGÁS.....	36
3.6.1.	<i>Detalles Constructivos</i>	<i>36</i>
3.6.2.	<i>Técnicas constructivas.....</i>	<i>37</i>
3.7.	SISTEMA DE COLECCIÓN DEL LÍQUIDO LIXIVIADO.....	38
3.7.1.	<i>Cañería de colección</i>	<i>38</i>
3.8.	POZOS DE MONITOREO	38
3.9.	CAMINO OPERATIVO.....	40
3.10.	ACCESO AL PREDIO.....	40
4.....	ACTIVIDADES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	41
4.1.	DESINSECTACIÓN Y DESRATIZACIÓN.....	41
4.2.	MANTENIMIENTO GENERAL.....	42
4.2.1.	<i>Drenajes</i>	<i>42</i>
4.2.2.	<i>Cobertura de residuos</i>	<i>42</i>
4.2.3.	<i>Mantenimiento de portón de acceso, cerco perimetral, señalizaciones, otros.....</i>	<i>43</i>
4.2.4.	<i>Corte de pasto, resiembra y desmalezamiento.....</i>	<i>43</i>
4.2.5.	<i>Limpieza de obra</i>	<i>43</i>
4.2.6.	<i>Instalaciones de monitoreo y control ambiental.....</i>	<i>43</i>
4.2.7.	<i>Control de ruidos, olores y material particulado.....</i>	<i>43</i>

4.2.8. *Plan de Higiene y Seguridad y de Control de Riesgos para el personal que realice las tareas de campo* 44

5..... MEMORIA OPERATIVA 45

5.1. INTRODUCCIÓN..... 45

5.2. ACCESO AL PREDIO 45

5.3. CIRCULACIÓN DENTRO DEL PREDIO 45

5.4. DESCARGA 46

 5.5.1. *Vigilancia* 46

 5.5.1. *Prevención de incendios*..... 47

 5.5.2. *Control de vectores*..... 47

 5.5.3. *Equipos a proveer para el cierre del basural* 47

 5.5.4. *Limpieza* 48

 5.5.5. *Personal*..... 48

 5.5.6. *Control ambiental*..... 49

 5.5.7. *Forestación*..... 49

6..... PROGRAMAS DE POST- CIERRE 51

6.1. PROGRAMA DE MONITOREO Y CONTROL PARA EL POST-CIERRE 51

6.2. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO 54

7..... CÓMPUTOS Y PRESUPUESTOS..... 56

|

1. MARCO DEL CIERRE DE BASURALES A CIELO ABIERTO

1.1. INTRODUCCIÓN

Los basurales a cielo abierto (BCAs) existentes en diversas localidades de nuestro país son, en general, el resultado de la falta de planeamiento, de criterios de protección ambiental, y de la ausencia de una visión a largo plazo y de adaptación ante las realidades cambiantes del desarrollo.

Toda intervención con miras a realizar el cierre de un sitio de disposición final de residuos o de un basural, requiere de la elaboración de un diagnóstico preliminar que permita la selección de la alternativa adecuada. Como elementos del diagnóstico se requiere la ejecución de relevamientos y estudios previos destinados a conocer, entre otros, aspectos relacionados con la historia del sitio y del servicio de gestión de residuos, la situación actual de los mismos, y la cantidad y composición de los residuos depositados, a efectos de elaborar el proyecto correspondiente.

El término saneamiento en su acepción más estricta pero amplia, en cuanto a lo que técnicamente abarca, y frente a la situación de aplicarlo a BCAs debe evaluarse con cuidado teniendo en cuenta que implica la realización de trabajos con una alta erogación. Por tal motivo y dependiendo del caso, las alternativas para el saneamiento van desde considerar la necesidad de desarrollar limpiezas, mitigaciones de los actuales impactos y la implantación de esquemas de monitoreo ambiental que certifiquen el progreso de atenuación de los impactos actuales y mejora de las condiciones ambientales.

A los fines de definir el plan de cierre y clausura para la limpieza de los actuales BCAs comprendidos en la regionalización de las localidades de Lamarque y Luis Beltrán, se ha tomado como base la información obtenida en oportunidad de elaboración del Informe de Diagnóstico correspondiente al presente Proyecto, y las sucesivas visitas realizadas en el transcurso del mismo por parte del equipo técnico de esta Consultora. La caracterización de estos sitios ha tenido como objeto la caracterización adecuada de sus aspectos físicos y ambientales (que a continuación se detallan), y sobre las conclusiones arribadas, se han desarrollado y evaluado las posibles alternativas de limpieza y la selección de la tecnología más adecuada (ver Informe de Selección de Alternativas, correspondiente al presente Proyecto).

El presente informe contiene los lineamientos generales del Plan de Cierre, Clausura y Mantenimiento post Clausura de los BCAs mencionados.

1.2. CARACTERIZACION DEL PREDIO A INTERVENIR

1.2.1. *Lamarque*

Tal como fuera descrito en informes anteriores, el Municipio cuenta con un predio de su titularidad utilizado aproximadamente desde el año 2000 para la disposición final de residuos. El mismo cuenta con 19 ha, de las cuales aproximadamente 3 ha se encuentran

alteradas mediante la disposición a cielo abierto, sin ninguna impermeabilización, y otras 3,9 ha, destinadas a una Planta de Tratamiento Cloacal.

El acceso al mismo se realiza por camino rural de ripio, paralelo a la RP N^o 250.

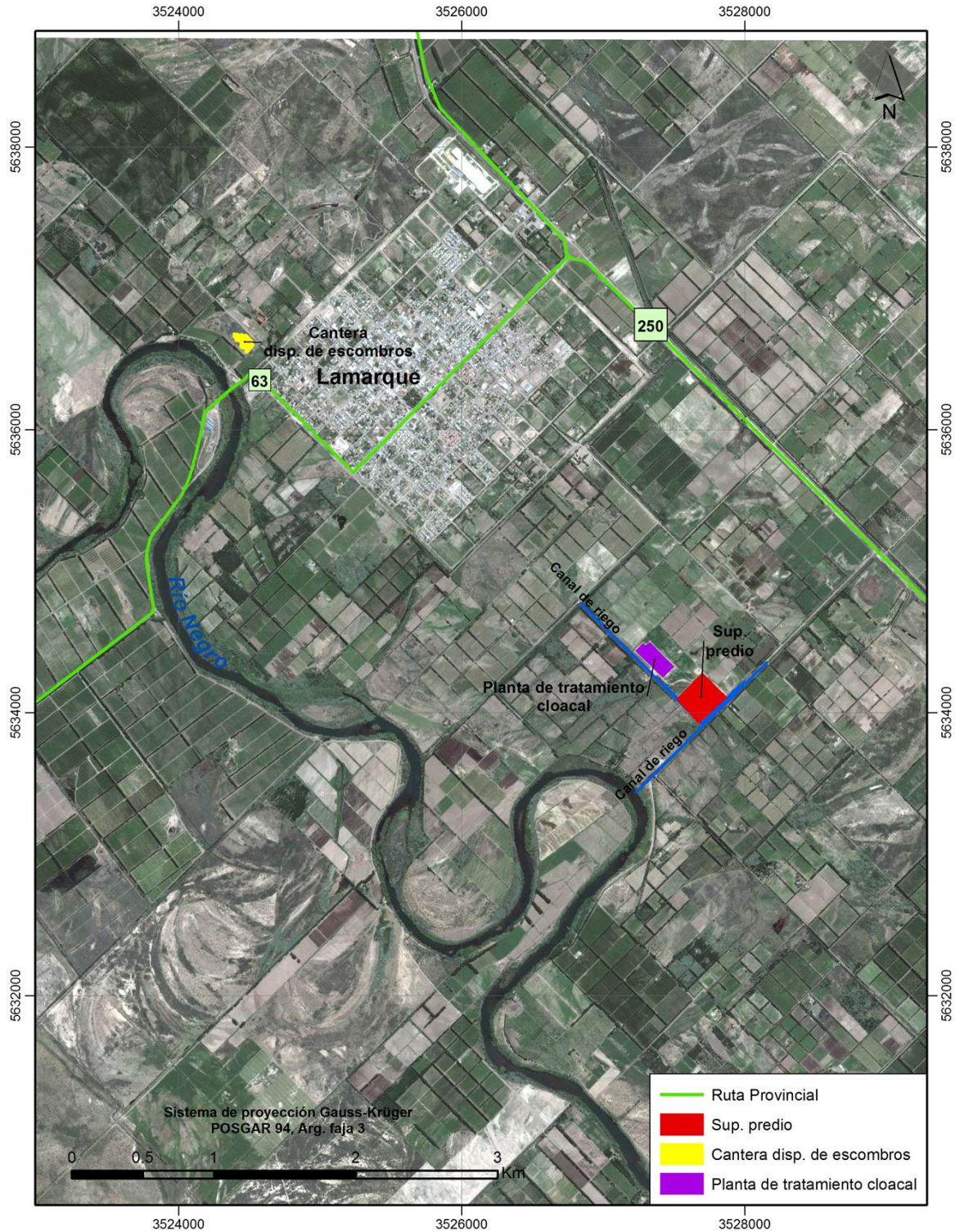
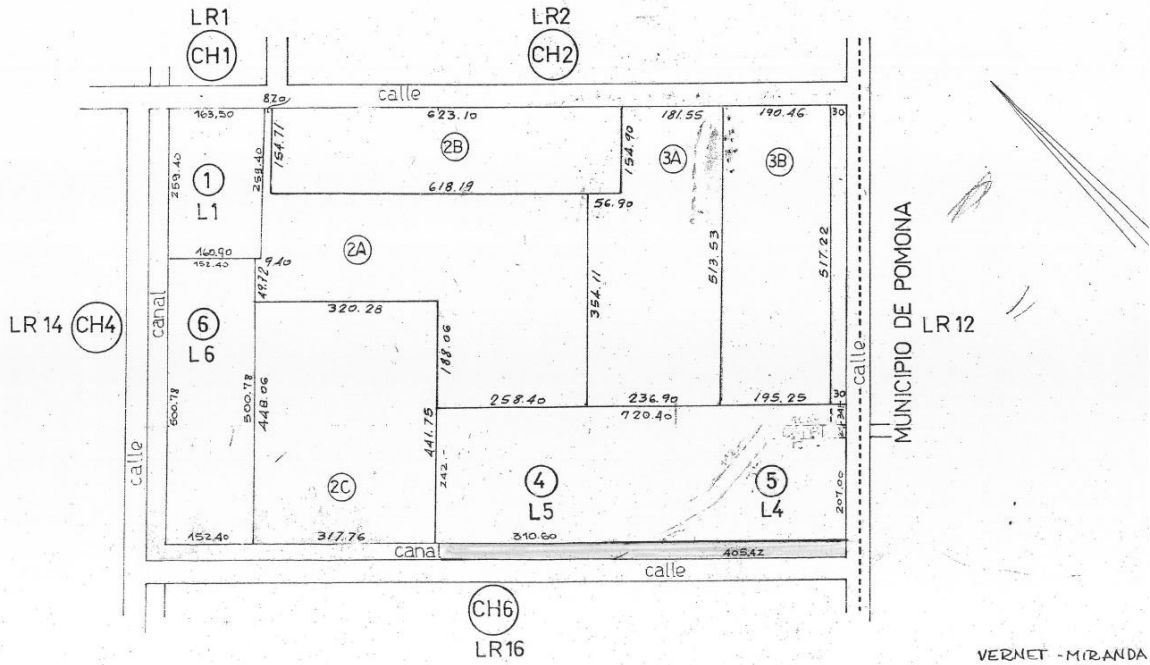


Figura 1. Ubicación del predio de disposición final actual.

PROVINCIA DE RÍO NEGRO

07	2	N	005
----	---	---	-----

Sec XI- LR 13 - PL 17/67



Escala 1:7500

VERNET - MIRANDA
 Contratista

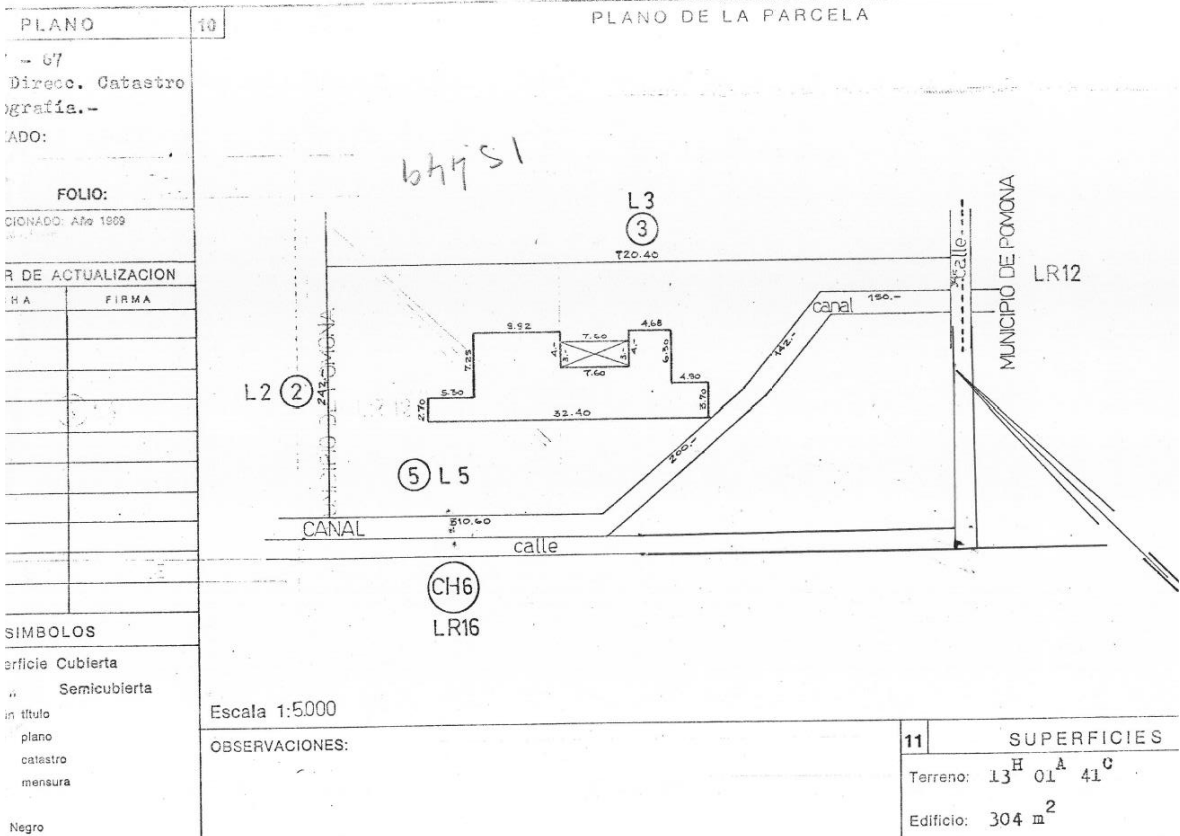


Figura 2. Identificación catastral y dominal del predio en evaluación.

El sitio se encuentra cercado con alambrado olímpico en buen estado. El mismo ha sido colocado luego de que en el año 2010 el Municipio firmara un Convenio Marco de Coordinación y Cooperación celebrado con la SAyDS, y su correspondiente acta complementaria, en la cual la SAyDS le otorgó al Municipio la suma de \$66.702 no reembolsables para la colocación del cerco perimetral del BCA y otras mejoras.

La disposición de RSU se realiza directamente en superficie y a medida que se van acumulando los residuos son compactados y tapados con suelo del sector. Periódicamente se realizan quemas para disminuir los volúmenes de residuos. De esta manera, se ha identificado un área afectada de 2,9 ha, con vuelcos superficiales (**Error! Reference source not found.**). La altura de residuos SNTN es menor a 0,5 m.

El área de disposición era atravesada de oeste a este en la zona central, por un antiguo desagüe de las áreas productivas aledañas. Actualmente el desagüe ha sido desvinculado y está siendo tapado con los residuos dispuestos en el sector. La red del nuevo desagüe bordea el predio en lateral SO y SE.



Figura 3. Superficie afectada en el BCA de Lamarque. Fuente: Elaboración propia sobre base Google Earth.

El sitio no cuenta con monitoreo de ningún parámetro ambiental, físico y/o químico ni con tratamiento de líquidos lixiviados o venteo de gases.

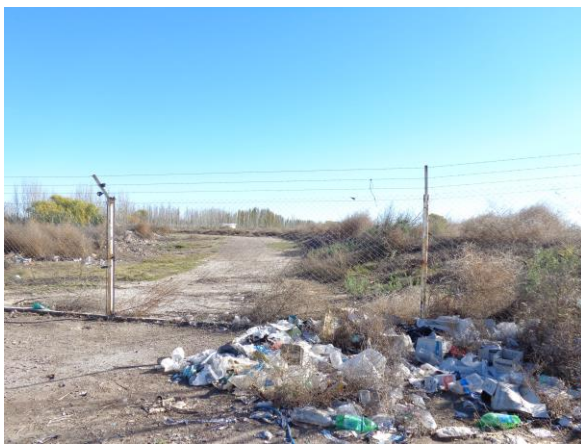
Se han identificado desagües pluviales en las inmediaciones del predio para bajar el nivel del acuífero freático. El acuífero freático se encuentra a una profundidad de 2,5 a 3 m¹, dependiendo del caudal del río y de las precipitaciones pluviales. El sitio presenta una pendiente uniforme y suave hacia el este confluyendo hacia los desagües que se

¹ Dato extraído del Estudio de Suelos realizado por la Consultora como parte del Informe 6 del presente Proyecto.

desarrollan paralelos a los cauces del río Negro². En líneas generales y como diseño de drenaje poco marcado, los escurrimientos sobre el predio presentan una suave dirección hacia el sudeste, de tipo laminar, sin que se observe un único colector menor, salvo el desagüe artificial en el extremo sudeste del terreno³.

Debido a que el área de disposición se encuentra inmersa en una zona de producción frutícola y ganadera, el municipio ha enfrentado reclamos de productores. Al respecto, el predio fue sujeto de un amparo judicial (Expediente N° 12982/08, "ROMAN HORACIO s/ AMPARO"), sobre el cual se solicitó al Municipio cesar con la incineración de residuos domiciliarios, como así también incorporar vigilancia al predio, colocar cerco perimetral y dar una solución definitiva al sistema de gestión de residuos con plena adecuación a las normas de derecho ambiental nacional y provincial.

También se han recibido quejas por parte de la Escuela N° 237, ubicada en las inmediaciones, por las prácticas de quema de residuos.



² Idem anterior.

³ Idem anterior.



1.2.2. *Luis Beltrán*

En la localidad de Luis Beltrán, el sitio de disposición final se ubica a 2,58 km al SSE del centro, y es de propiedad municipal (**Error! Reference source not found.**). El acceso al sitio se realiza por camino rural, a través del camino del cementerio local.

Allí se realiza la disposición de residuos domiciliarios, y se ha ordenado el sitio de modo de contar con un sector para relleno con escombros, otro para ramas y podos, y el correspondiente a los domiciliarios propiamente dicho (Figura 5). Esto se ha realizado detrás del antiguo basural, el cual fue nivelado, tapado y ordenado. El mismo posee una dimensión de 1,8 ha. El cierre no se ha realizado de manera adecuada, por lo que en ocasiones se realizan vuelcos por parte de privados, pese a la cartelera indicativa de acceso al BCA unos metros más adelante del mismo camino.

Para la disposición actual, se ha definido una especie de trinchera sobre nivel de terreno natural, con una excavación mínima mediante una rampa, de aproximadamente 3 m, en la cual se van disponiendo los residuos, nivelando y tapando. Este sector posee un perímetro de 150 m y una superficie de 0,12 ha.

Se ha observado que si bien, en líneas generales la disposición se realiza de manera relativamente ordenada, se encuentran residuos dispersos en varios sitios del terreno. También se ha evidenciado la quema de residuos en el predio.

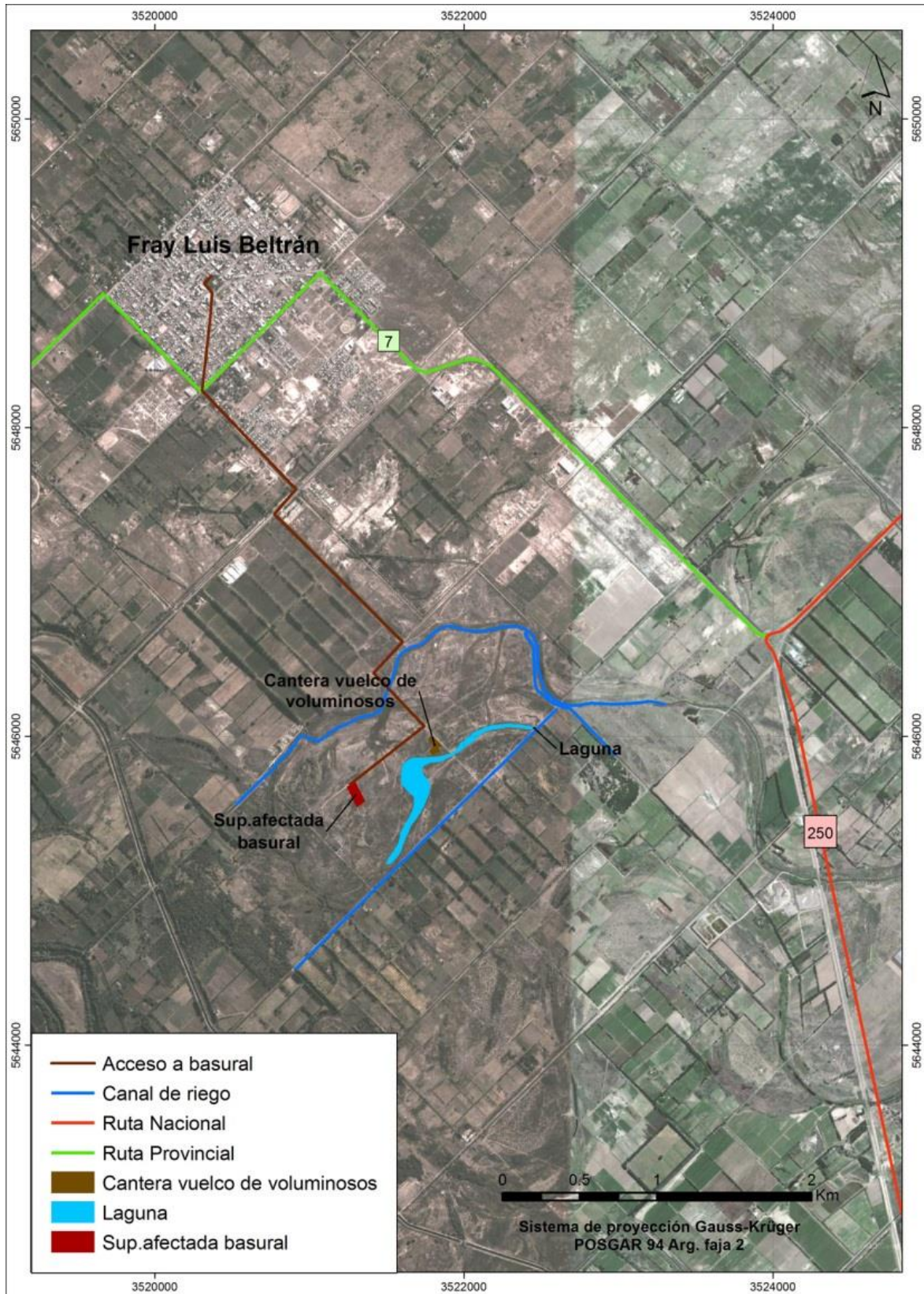


Figura 4. Superficie afectada por el BCA de Luis Beltrán.



Figura 5. Folletería informativa realizada por el Municipio para difundir el cierre del antiguo basural y la disposición realizada en la actualidad.



Figura 6. Superficies afectadas por el vuelco de residuos en la localidad de Luis Beltrán. En color violeta se identifica el antiguo basural. En color verde, el sector destinado actualmente al vuelco de poda, y en color amarillo, el sector definido para vuelco en trinchera en la actualidad.



Figura 7. Antiguo basural cerrado por el Municipio.



Figura 8. Trinchera destinada a la disposición de residuos actual en la localidad de Luis Beltrán.

1.3. ESTIMACION DE ÁREA y VOLUMEN DE RESIDUOS

A los efectos de estimar las tareas a realizar resulta necesario conocer la cantidad dispuesta actualmente y la que se seguirá disponiendo hasta la habilitación del nuevo módulo donde se aplicará la técnica de relleno sanitario. Para ello, se ha estimado en un año y medio la finalización del presente proceso licitatorio y construcción, fecha a partir de la cual se suspenderá el vuelco de RSU en estas locaciones, realizándolo en los rellenos sanitarios construidos.

Según los relevamientos realizados la situación actual y con vistas a futuro (1.5 años) en ambas localidades es la siguiente:

Localidad	Situación Actual			RSU a Disponer (tn/día)					Total de RSU para cierre (m3)
	Vol. RSU (m3)	Red. Vol. Esp.	Vol. Total	Tn/día	m3/día	Gen. 1,5 años (m3)	Red. Vol. Esp.	Vol. Total	
Lamarque	16.500	10%	14.850	5,79	10,5	5.764	25%	4.323	19.173
Luis Beltran	2.100	10%	1.890	4,8	8,7	4.778	25%	3.584	5.474

La reducción de volumen se debe a una serie de razones:

- Los escombros (5% aprox. del total) son utilizados por el municipio por lo que no son dispuestos en el basural
- La degradación natural de los residuos orgánicos
- La presencia de chanchos, cerdos y cabras en el lugar, que se alimentan de estos residuos
- Quemadas de poda

En vista que las áreas de vuelco actuales no interfieren con los proyectos a ejecutar se recomienda la continuidad del uso del área de disposición actual hasta que las obras de esta licitación sean llevadas a cabo.

1.4. ENFOQUE TÉCNICO DE LAS TAREAS DE CIERRE Y CLAUSURA

La intervención tenderá a minimizar la exposición de los RSU a vectores sanitarios, agentes de transporte y aguas de lluvias, reduciendo los potenciales impactos ambientales y riesgos sanitarios asociados. Para ello, se intentara realizar una reducción de la generación de lixiviados a partir de la impermeabilización superior, el adecuado manejo de las escorrentías y la promoción de la revegetación natural sobre la cobertura superficial.

Para el cierre de basurales se ha considerado la cobertura “in situ” con material de baja permeabilidad, previa acomodación, nivelación y compactación de los residuos ya dispuestos. La misma se realizara a partir de material del lugar, el cual deberá ser dosificado con bentonita sódica, para bajar su permeabilidad, y de manera de minimizar la generación de lixiviados. Esto evita la erosión tanto hídrica como eólica del relleno, debido a que la adición de bentonita le mejora la cohesión. En el caso de Lamarque, deberá utilizarse, por las condiciones del terreno en cuestión, material de préstamo, tal será descrito más adelante. Cabe aclarar que en oportunidad del Informe de Alternativas correspondiente al presente Proyecto, la Intendencia de la localidad manifestó contar con material en terrenos municipales para su utilización en esta obra.

Esta alternativa permite tener el residuo aislado del ambiente, y reduce el lixiviado.

Se ha considerado esta alternativa como la más adecuada para los sitios en cuestión por las características físicas del sitio, el tipo de suelo y por cuestiones económicas. El cierre contará con la ejecución de una cobertura “in situ” con material de baja permeabilidad, el control de escurrimientos en forma perimetral, sistemas de captación de lixiviados y venteo de gases, obras de control de acceso (ligadas en este caso al futuro ReSa), forestación perimetral y un plan de monitoreo post cierre, para cada localidad.

Se propone para el procedimiento una altura máxima de los residuos no mayor de los 3.20 mts. Utilizando como base los datos de la tabla previa, al momento de realizar el

cierre del predio (estimativamente dentro de un año y medio) se tendrá un volumen total de residuos de:

- Lamarque : 19.173 m³
- Luis Beltran: 5.474 m³

El cálculo del área necesaria para el cierre del basural se realiza de la siguiente manera:

Se asume que los residuos se dispondrán en el terreno con un Área Total (AT).

Volumen requerido = $AT \times 0,6 - 0,35 \times AT / 2$

En función de esto y de los volúmenes requeridos previamente vistos se requerirá:

- Lamarque: un área de 1.65 ha con un rectángulo de 179.5 m x 92 m
- Luis Beltran: un área de 0,32 ha con un rectángulo de 55,80 m x 56.8 m

1.5. CONTENIDOS DEL PROGRAMA DE CIERRE DEL BCA

El objetivo del presente es el desarrollo del Proyecto de Cierre, Clausura y Monitoreo Post Cierre de los basurales de Lamarque y Luis Beltrán, que incluye la Metodología y Planificación de las tareas a realizar, definiendo métodos constructivos para:

- Cobertura final, definiendo las cotas y pendientes que permitan evacuar las aguas pluviales evitando la erosión de los taludes y el ingreso de agua a la masa de residuos.
- Sistema de desagües y drenajes para canalizar el agua de escorrentía superficial.
- Cercado perimetral y forestación.
- Provisión de caseta de vigilancia y sanitarios asociados.
- Construcción de pozos de monitoreo.
- Construcción de un sistema de captación de lixiviados y venteo de gases generados por la descomposición de los RSU dispuestos en el basural.
- Plan de seguimiento y monitoreo post clausura.

La solución adoptada es el cierre in situ mediante el uso de la técnica de capping.

1.6. OBJETIVOS DEL CIERRE TÉCNICO DEL BCA ACTUAL

Las acciones planteadas en el proyecto tienen el objeto de:

1. Generar un cierre con una cobertura adecuada de manera de confinar los residuos y evitar el ingreso del agua pluvial, de modo de reducir la formación de líquidos lixiviados y a proveer, paralelamente, una superficie para el escurrimiento adecuado de las aguas pluviales;
2. Efectuar la captación y gestión adecuada del líquido lixiviado que se genera internamente por degradación de los residuos;
3. Ventear pasivamente los gases generados en el interior de la masa de residuos de manera de evitar condiciones que deriven en incendios;
4. Realizar un control de ingreso al predio efectivo; y,
5. Establecer la infraestructura de monitoreo ambiental del predio.

En la elaboración del proyecto de cierre del basural se consideraron los criterios de diseño basados en antecedentes internacionales sobre cierre de basurales de similares características y la experiencia de la Consultora.

1.7. ESQUEMA DE PRESENTACIÓN

El presente trabajo comprende 3 etapas fundamentales:

- Programa de Pre-Clausura: incluye todas las actividades a realizar previo a la efectiva clausura del actual BCA. Este programa será el utilizado desde el día de la fecha y tendera a ordenar y controlar la disposición actual de los residuos. El mismo finalizara una vez se comience la disposición de los mismos en el Relleno Sanitario.
- Cierre y Clausura: incluye las actividades tendientes a minimizar los impactos en el ambiente de los residuos dispuestos en el BCA. El mismo comenzara cuando sea posible la disposición de residuos en el relleno sanitario.
- Programa de Post-Clausura: El mismo comprende las actividades de monitoreo y mantenimiento del actual BCA, tendiente a minimizar los impactos sobre el ambiente y a detectar cualquier variación (con su corrección apropiada) de los vectores ambientales. Este programa tendrá 2 etapas, la primera comprenderá los primeros 5 años siguientes a la clausura, y la siguiente será a partir del año 5 hasta el 25.

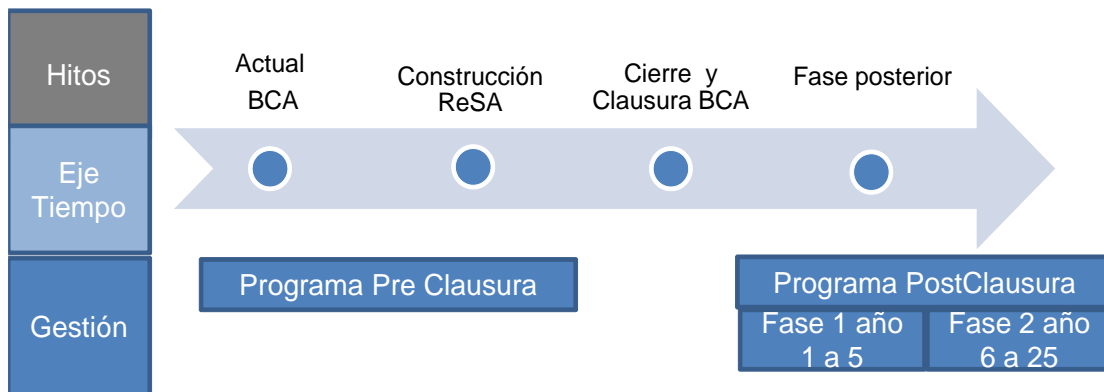


Figura 9. Esquema lineamientos de cierre y clausura BCA.

En capítulos siguientes se profundizara en cada una de estas etapas, estudiando lo involucrado en cada una.

2. PLAN DE GESTION MUNICIPAL DEL BCA

El mismo se desarrollará en etapas secuenciales de pre-clausura, clausura y post-clausura y su contenido, o sea las actividades que se instrumentarán son las siguientes, que se pasa a detallar

2.1. Plan de Manejo en Etapa de Transición o Pre - Clausura

El conjunto de actividades que implica la realización de un Plan de Clausura se evalúan, caracterizan y se ponderan al momento de su efectiva puesta en marcha. Esto significa que al momento de decidir efectivamente la clausura del sitio actual de vuelco debe estar preparada la infraestructura básica inicial y obras conexas complementarias en función del nuevo Relleno Sanitario.

A los efectos de cumplimentar los objetivos establecidos en la GIRSU correspondiente al Municipio de Lamarque y Luis Beltrán se tratará de continuar con su utilización como tal por el período de un año y medio a dos años, lapso necesario para la habilitación del Relleno Sanitario.

Para ello se debe considerar especialmente las características de la operación actual. Se asume que al momento de implementarse la clausura del sitio las condiciones serán similares a las actuales por lo que resulta posible establecer las tareas necesarias, su secuencia y ponderación.

1. Notificación a los usuarios del cierre del BCA actual y nuevas condiciones del ReSA.

Esta actividad se efectuará dos (2) meses antes de la clausura del sitio y tendrá la finalidad de asegurar que los responsables del transporte de residuos sólidos, cuenten con la información y orientación suficiente para que se dirijan directamente al nuevo sitio de disposición final y se eviten los posibles depósitos de residuos en zonas aledañas al sitio clausurado.

Se efectuará la instalación de cartelería en los caminos alternativos que conducen al basural como así también en el ingreso al mismo⁴.

2. Establecimiento de un Cordón Sanitario.

Con el objetivo de evitar la migración de roedores vectores de enfermedades hacia zonas aledañas al basural, previo a la iniciación de tarea alguna en el sector a tratar, se ejecutarán una serie de tareas, conforme a las pautas que se detallan a continuación, las cuales en su conjunto conforman lo que se llama “Cordón Sanitario”.

⁴ Las dimensiones de los carteles informativos a colocar, no serán inferiores a los 2.00 por 2.60 m, ubicándose a una altura no menor de 2.50 m de la calzada.

Desratización

- Sembrado de cebos rodenticidas.
- Inspección y reposición de cebos.
- Retiro de los roedores.
- Eliminación de los ectoparásitos
- Destrucción de madrigueras.

Desinsectación

- Termo nebulización terrestre.
- Control biológico.
- Pulverización terrestre.

Desinfección

- Tratamiento zonal terrestre
- Pulverización terrestre.

3. Disposición y Acomodamiento de los Residuos hasta cierre del BCA

Hasta llegar a la etapa de clausura del actual BCA se seguirá utilizando como sitio de disposición el actual BCA. Sin embargo, para facilitar y mejorar las futuras actividades de cierre del mismo, se brindan una serie de lineamientos básicos para su manejo y disposición:

- Descargados los residuos, la topadora sobre orugas disponible (o la maquinaria adecuada con la que se cuente) procederá a arrastrarlos hacia el interior de la masa de residuos, apilándolos en altura y realizando su distribución en espesores no mayores a 0,30 m, empujando en pendiente y alejándolos del área de descarga.
- Los elementos de grandes dimensiones (voluminosos) tales como troncos, cubiertas, animales muertos, etc. serán dispuestos en un sector apartado del área activa de mayor tirante de residuos. En particular los animales u otro tipo de residuo putrescible o susceptible de acumulación de agua, será inmediatamente cubierto con suelo para evitar la atracción y proliferación de vectores.
- La ejecución de las tareas antes descriptas tiene por objeto cubrir los residuos dispuestos con nuevos residuos antes que comience el proceso biológico de descomposición aeróbico, resultando por ello necesario tratar adecuada y uniformemente toda la zona en operación. Además, si no se procede de esta manera, se alcanzarían densidades menores, con la consiguiente pérdida de capacidad,

dificultades operativas, asentamientos diferenciales, que harían necesario realizar coberturas intermedias de los residuos con suelo.

2.2. Plan de Cierre y Clausura

Al momento de definirse la clausura deberá suspenderse de inmediato la disposición de residuos en el sector que se encuentre en operación.

Las actividades serán desarrolladas conforme a los lineamientos técnicos que se presentan en los siguientes Capítulos:

- Memoria Descriptiva.
- Actividades de operación y Mantenimiento.
- Memoria Operativa

2.3. Plan de Post - Cierre

Para la etapa de post cierre se contempla el monitoreo y control de la masa de residuos en proceso de transformación anaeróbica, (esto es la fermentación que se produce en ausencia de oxígeno).

Las sustancias que se producen fruto de la degradación de la materia orgánica contenida en los residuos sólidos, son: agua, metano, dióxido de carbono y los denominados gases no metánicos, estos son: benceno, tolueno, xilenos (orto, meta y paraxileno), mercaptanos, anhídrido maleico, metanol, propileno, estireno, isopropanol, etanol; y otros compuestos orgánicos volátiles.

La cantidad de agua que se produce es poco significativa en relación con la masa de residuos sólidos, resultando absorbida o arrastrada como vapor por los gases emergentes.

En los casos de infiltración de aguas de lluvia, la misma arrastra la materia orgánica en transformación así como otros elementos presentes en la masa de residuos. El licor resultante es el denominado líquido lixiviado que puede infiltrarse en el suelo, migrando hacia los acuíferos subterráneos.

Los actuales basurales presentan las siguientes características:

- Ausencia de un sistema de control de residuos ingresantes.
- Potencial presencia de residuos nocivos para la salud de las personas y el medio.
- Ausencia de un sistema de impermeabilización de base y taludes laterales.

Sobre la base de las consideraciones anteriores, se plantea la siguiente infraestructura para el control y monitoreo:

- a) La instalación de 4 chimeneas de venteo de gases por hectárea, con un total de 10 chimeneas que se distribuirán sobre la superficie terminada (8 en Lamarque y 2 en Luis Beltrán), en forma equidistante.

b) La instalación de 1 dren pétreo de recolección perimetral.

En siguientes Capítulos se presentan los siguientes aspectos:

- Programa de Control y Monitoreo del Post – Cierre.
- Programa de Mantenimiento de Post Cierre.

3. MEMORIA DESCRIPTIVA TÉCNICA - CONSTRUCTIVA

3.1. INTRODUCCIÓN

El procedimiento en todos los casos consistirá en la conformación de sectores delimitados, que abarquen la menor cantidad de superficie posible en cada caso.

De esta manera, en cada lugar se materializará un recinto cerrado, con las dimensiones que se indican en cada caso y para cada uno de los sitios, los cuales estarán delimitados por canales perimetrales de colección de líquidos lixiviados, y hacia afuera (luego de la aplicación de la cobertura de suelo con bentonita), los canales de colección de aguas pluviales.

Los residuos esparcidos en la superficie dentro de cada recinto, serán topados, acumulados y compactados en un sector inicial cercano al vértice de mayor cota del terreno natural del interior del recinto. El propósito es realizar una operatoria equivalente a la que se desarrolla en la operación de un relleno sanitario.

Asimismo, se tratará de perfilar, en lo posible, la superficie interior del recinto dándole una conformación nivelada, lisa, y con leve pendiente hacia puntos del contorno, a fin de conducir hacia estos puntos las aguas pluviales y líquidos de los residuos. No se prevé realizar impermeabilización de fondo, dado que se trata de sitios que ya cuentan con una dilatada historia de descargas previas de residuos. No obstante se materializará una cubierta final superior con capas de materiales de baja permeabilidad para evitar el ingreso e infiltración de aguas pluviales una vez cerrado el sitio.

Para cada uno de los sitios, la técnica de capping consistirá en el relleno de estos sectores, primero con material que se encontrara disperso a lo largo del predio, disminuyendo de esta manera la superficie afectada. Una vez dirigido el mismo hacia los correspondientes sectores, se completará con material de aporte del lugar hasta lograr una pendiente del 20%.

El criterio adoptado para definir las nuevas cotas se basa:

- En lograr una optimización en la utilización del material de aporte empleado para la primera capa de emparejamiento. Esto se logra tratando que la distribución de las nuevas curvas de nivel acompañen lo más posible a la pendiente natural del terreno.
- Redistribuir la esorrentía del agua de lluvia en base a pendientes y “divisorias de aguas”, de modo de evitar la acumulación de agua sobre la cobertura final.

A continuación se presentan las memorias técnicas y constructivas de los siguientes componentes de las obras de cierre:

- *Cercado perimetral y portón de acceso.* Se realizará un cerco y portón de acceso para el control de ingreso al predio en todo el perímetro. Su construcción se

realizará en alambre tejido romboidal, de una altura de 2,4 m con postes de H⁹A⁰, codo superior inclinado a 45°.

- *Caseta de vigilancia y control de acceso.* La caseta de vigilancia tendrá la función de controlar el acceso al predio de los vehículos y personas que ingresen al mismo.
- *Forestación perimetral.* Se realizará una barrera forestal perimetral. Las especies a utilizar serán similares a las existentes en la zona o se utilizarán especies de crecimiento rápido que se adapten al lugar, colocadas en hileras.
- *Cierre con cobertura de baja permeabilidad:* Para ello se procederá a la tapada de cada sector con una capa de material de emparejamiento de 20 cm de espesor. Por encima se colocará la cobertura con material de baja permeabilidad de aproximadamente 30 cm, y luego una capa de suelo vegetal de 20 cm de espesor.
- Señalización y carteles indicadores. Se prevé la colocación de carteles indicando el cierre del sitio y prohibición de ingreso ejecutado de acuerdo a las normas que establezcan los Municipios y con el logotipo del mismo.
- *Sistema de venteo pasivo de gases similar a un relleno sanitario.*
- *Sistema de colección de líquidos lixiviados.* En el perímetro determinado para cada sector, se materializará un dren que permita captar y conducir los líquidos lixiviados que se generen en la masa de residuos. Se realizará una excavación de canaleta perimetral al pie de la masa de residuos por debajo del suelo bentonítico. La canalización se recubrirá con una membrana de HDPE y en su interior se colocará el material drenante de piedra recubierta por una manta geotextil de 300 g/cm². En el punto de menor cota y en parte del perímetro, se colocarán sumideros para colección y extracción de líquido lixiviado.
- *Canal de guardia y de control de agua pluvial.* Se prevé una base de 60 cm, con 30 cm de altura y pendiente 1:1.
- *Caminos operativos.* Se utilizarán los caminos existentes, mejorando anchos, banquetas y canales de desagües.
- *Control de plagas.* Se procederá a realizar el control de plagas (desratización y desinsectación) una vez realizado el cierre del basural.

Otra de las cuestiones abordadas en el proyecto es la captación de líquidos lixiviados (si bien se prevé mínima) y el venteo de los gases producto de la fermentación de los residuos para evitar la formación de incendios. Por último se plantea un plan de monitoreo y control para aguas subterráneas y líquidos lixiviados luego del cierre del basural.

Visto que a la fecha los basurales continúan en actividad recibiendo RSU, y que lo harán hasta se encuentre disponible para el vuelco el relleno sanitario, el proyecto contempla en

cada localidad un área destinada para contener los mismos, con lo cual el proyecto deberá ser revisado y ajustado al momento del efectivo cierre de la recepción de residuos.

Todas las operaciones contarán con un control permanente. La inspección transcurrirá durante la totalidad de la duración de las obras de cierre y clausura.

3.2. CERCO PERIMETRAL

Previo a los trabajos de remediación se procederá a cercar el predio y se colocará la cartelería indicativa. En caso de encontrarse residuos dispersos en el lugar de emplazamiento del cero, los mismos serán topados para ser dispuestos dentro de la cava que se encuentre operativa en el momento de la operación.

Sobre el mismo se instalará alambrado olímpico con un portón de dos hojas, con las siguientes características:

- Postes de hormigón que se fundarán mediante pozos de 0,30 x 0,30 x 0,90 m de profundidad, con hormigón de cascotes y a una distancia de 3 m de eje a eje de los mismos. Cada 30 m se colocará un poste de refuerzo con dos puntales.
- En todas las esquinas se colocarán dos puntales de refuerzo y en las terminales, uno. Sobre cada uno de los postes de refuerzo, esquinero y terminal se tensará la malla romboidal N° 12 de 2 ¼" por medio de planchetas de 1 ¼ x 3/16" y seis tornillos ganchos de 3/8 x 8".
- En la parte superior, media e inferior de la malla se pasarán alambres lisos N° 17/15 y en la ménsula de los postes, tres alambres de púa a 10 cm.
- Todos estos alambres se tensarán con torniquetes cada 60 m como máximo. Todos los herrajes, alambres y mallas serán galvanizados. Todos los postes requeridos, así como los puntales serán de H⁰A⁰ premoldeado y vibrado. La altura total del cerco será de 2,20 m, siendo la altura del alambrado tejido tensado de 1,80 m como mínimo.
- La distancia entre el terreno natural y el borde inferior del cerco de alambre no será superior a 0,05 m. En caso que por desniveles de terreno esta distancia fuera superada, se colocará un hilo de alambre de púa cada 0,05 m.
- En todos los esquineros y cambios de alineamientos se colocarán los refuerzos necesarios.

Se colocarán carteles sobre el alambrado perimetral indicando la prohibición de acceso, el carácter de la obra, así como los posibles riesgos en caso de destruir las instalaciones de monitoreo.

En cada sector, el perímetro a cercar será:

- Lamarque: 300 m,
- Luis Beltrán: 390 m,

3.3. COBERTURA FINAL

La cobertura final de los residuos dispuestos (y a disponer durante el año y medio estimado) se compondrá de una serie de capas de suelo, las cuales se describen a continuación, de abajo hacia arriba:

- Capa de suelo de emparejamiento de 20 cm de espesor medio,
- Capa de suelo + bentonita en proporción según ensayo de permeabilidad, de 30 cm de espesor medio, medido una vez compactado, que asegure una permeabilidad mayor a 1×10^{-7} cm/seg,
- Capa de suelo vegetal de 20 cm de espesor medio.

Dado que la capa de suelo de emparejamiento no debe tener ninguna especificación técnica en particular, dado que se utilizará suelo del lugar, se realiza a continuación la descripción de las capas de baja permeabilidad y de suelo vegetal.

La cobertura final del basural debe ser inspeccionada para garantizar que no queden depresiones en las que pueda estancarse el agua, será uniforme y libre de zonas con desniveles, para disminuir la erosión de agua sobre el terreno. Se verificarán las pendientes, con pendientes específicas (20%) de modo tal de minimizar los efectos de la erosión y simultáneamente evacuar las aguas de lluvia en forma efectiva.

El objetivo principal del sistema de cobertura final es aislar los residuos del ambiente, y minimizar a largo plazo la migración de líquidos a través del basural clausurado y controlar la ventilación de los gases generados en el basural.

El sistema de cobertura final deberá ser construido para que funcione con un mínimo de mantenimiento, para que promueva el drenaje y minimice la erosión de éste, de tal manera que se mantenga su integridad manteniendo una baja permeabilidad.

3.3.1. *Ejecución de la capa de baja permeabilidad*

3.3.1.1. Selección de la cantera para extracción de material

En el momento de concretarse las obras del Proyecto de Cierre, se deberá verificar la cantera de donde se obtendrá el suelo a ser mezclado con la bentonita, para conformar la capa de baja permeabilidad. Quedan descartados los materiales clasificados como rocas, y aquellos que tengan más del 5% de materia orgánica.

Los suelos que se aceptarán para la conformación de la capa de baja permeabilidad son los indicados como aptos en la siguiente tabla. En este sentido, deberán considerarse las características del suelo, la extensión y volumen potencialmente disponible de los materiales seleccionados, la uniformidad de las características del suelo y la presencia de estratos no convenientes dentro del depósito natural.

SÍMBOLO	TIPO DE SUELO	Apto
GW	Gravas limpias bien graduadas	No
GP	Gravas limpias mal graduadas	No
SW	Arenas limpias bien graduadas	Si
SP	Arenas limpias mal graduadas	Si
GC	Gravas arcillosas	No
SC	Arenas arcillosas	Si
GM	Gravas limosas	No
SM	Arenas limosas	Si
ML	Limos de baja plasticidad	No
CL	Arcillas de baja plasticidad	No
MH	Limos de alta plasticidad	Si
CH	Arcillas de alta plasticidad	Si
O	Suelos orgánicos	No

Una vez determinada la disponibilidad de suelo para cobertura, se deberá caracterizar el mismo, de manera de verificar mediante ensayo que la dosificación prevista cumplirá con un nivel de permeabilidad especificado. Caso contrario se deberá reemplazar la cantera de suministro del suelo o ajustar la dosificación especificada, según convenga económicamente.

Todas estas consideraciones deberán ser evaluadas al inicio de las tareas del Proyecto de cierre.

Es conveniente verificar que el volumen disponible en la cantera sea suficiente para ejecutar toda la capa, dado que la caracterización del material requiere de ensayos geotécnicos que se especifican más adelante. Los resultados de estos ensayos serán válidos y representativos para toda la obra si el volumen es suficiente y si sus características son uniformes. De lo contrario, en caso de cambiar la cantera o las características del material en un mismo sitio, se deberán efectuar ensayos adicionales, con sus correspondientes mayores costos asociados.

3.3.1.2. Realización de ensayos en laboratorio para determinar la dosificación de bentonita

A los efectos de especificar completamente las características de la capa de suelo de baja permeabilidad, debe definirse previamente la proporción de bentonita a adicionar al suelo procedente de la cantera.

El propósito es lograr que la capa de 30 cm de espesor mínimo a conformar en cada sitio presente un valor medio del coeficiente de permeabilidad inferior a $K_f = 1 \times 10^{-7}$ cm/seg.

Para este fin, deberán realizarse diversas pruebas de laboratorio sobre la muestra de suelo de la cantera propuesta (especificada más adelante) con cinco proporciones diferentes de suelo y bentonita, de modo de verificar dicha especificación:

- Dosificación I) Suelo muestra + 5% en peso de bentonita
- Dosificación II) Suelo muestra + 8% en peso de bentonita
- Dosificación III) Suelo muestra + 11% en peso de bentonita
- Dosificación IV) Suelo muestra + 15% en peso de bentonita
- Dosificación V) Suelo muestra + 18% en peso de bentonita.

Con cada una de estas especificaciones se realizarán los correspondientes Ensayos Proctor Standard para definir la humedad óptima de compactación, debiéndose cumplir al menos el 95% de dicho valor.

3.3.1.3. Determinación de la permeabilidad en laboratorio

Cada una de las cinco muestras mencionadas, con un valor de compactación del 95% del valor del producto estándar, será sometida a un ensayo de permeabilidad en laboratorio.

Como resultado de cada uno de estos cinco ensayos se obtendrán valores diferentes de coeficientes de permeabilidad, debiendo seleccionarse la menor dosificación que cumpla con la condición $K \leq 1 \times 10^{-7}$ cm/seg.

La dosificación seleccionada, además del K_f correspondiente, tendrá asociados los valores resultantes del Ensayo Proctor Standard, los cuales deberán considerarse al momento de verificar el nivel de compactación logrado in situ:

- W_{pr} humedad óptima de compactación
- $g_{d(max)}$ máxima densidad seca.

Luego de este paso se obtendrá entonces la dosificación suelo + bentonita técnicamente correcta y económicamente más conveniente.

La capa de baja permeabilidad estará constituida entonces por una mezcla de suelo bentonita con la dosificación ya definida.

A su vez, el espesor total definido (mínimo requerido) se constituirá sucesivamente mediante la conformación de capas de menor espesor o subcapas. Cada subcapa de material a colocar debe tener un grado de compactación mayor o igual al 95% de la densidad seca del Ensayo Proctor Standard ($g_{d(max)}$) y un contenido uniforme de humedad, la cual debe ser ligeramente superior a la humedad óptima.

Para esta finalidad, el contenido de humedad de las capas de suelo a colocar (w) debe cumplir con la condición $W_{pr} < w < W_{95}$, siendo W_{95} el contenido de humedad (rama húmeda) para una densidad del 95% de la máxima seca del Proctor. Si hubiese una desviación con respecto a esta condición, la energía de compactación deberá incrementarse.

3.3.1.4. Ejecución de capa de suelo de baja permeabilidad

Para la conformación de la barrera suelo – bentonita, se extraerá el suelo a emplear de la cantera seleccionada, mediante el uso de una retroexcavadora. Dicho suelo no deberá contener fracciones gruesas, restos de maderas, raíces y todo otro elemento extraño que pueda representar una vía preferencial de flujo de agua. La proporción de sustancias orgánicas distribuidas en el suelo de la barrera mineral no debe exceder el 5% en peso.

Posteriormente, se debe extender el suelo en un espesor uniforme sobre una superficie de mezclado. Debe tenerse presente que esto contribuye a la pérdida de humedad natural del suelo.

A continuación debe agregarse la cantidad necesaria de bentonita, de acuerdo a la dosificación seleccionada. Para esto, se deben colocar las bolsas de bentonita según una distribución en planta prefijada en función del espesor de la capa de suelo en proceso. Es decir, se debe especificar la cantidad de bolsas por metro cuadrado.

Se debe proceder a la rotura de las bolsas y desparramado de la bentonita, y luego realizar la mezcla de ambos elementos con un equipo mezclador rotativo (Pulvi – Mixer).

Debe adicionarse agua hasta alcanzar la humedad óptima de compactación en el terreno (determinada como resultado del “test fill”), mientras se continúa con la acción de mezclado, a los efectos de uniformizar la humedad. Finalizada la etapa de mezclado se debe cargar y trasladar la mezcla Suelo – Bentonita hasta el lugar de colocación, donde se la extenderá por capas. Una vez distribuido el material, debe realizarse la compactación del mismo empleando el equipo pata de cabra autopropulsado.

El factor más importante en la compactación es el contenido de humedad. Si durante la construcción de la capa de baja permeabilidad, el mismo se encuentra en el valor óptimo o un valor cercano, la compactación se realizará sin dificultad. De esta manera, los esfuerzos de control técnico y corrección que se realicen en la obra para que el contenido de humedad se ajuste a la especificación, redundarán en una capa de mejores características geotécnicas y en un ahorro en los costos de construcción y corrección de capas que eventualmente se rechacen por calidad inadecuada.

La subcapa superior de esta barrera mineral debe ser una superficie perfectamente alisada con pendientes longitudinales y transversales de acuerdo a lo especificado en el plano de topografía final.

Se debe emplear para este propósito un compactador de rodillo liso de acero para sellar la superficie de la última subcapa terminada. Esto minimiza la desecación y previene la posible erosión causada por el escurrimiento superficial en caso de lluvias intensas.

Una vez completada esta capa de suelo de baja permeabilidad y hasta tanto se coloque la capa de suelo vegetal para favorecer el desarrollo de vegetación, la misma debe ser protegida de la desecación y de la erosión.

Para este fin se colocarán paños plásticos o membranas temporarias lastradas convenientemente para evitar su voladura por el viento. Las mismas pueden consistir en paños de nylon de mediana calidad, los cuales deben ser retirados a medida que se coloque la capa de suelo vegetal.

3.3.1.5. Controles de calidad durante la construcción de la capa de suelo con baja permeabilidad

Durante el transcurso de la construcción de las subcapas deberán realizarse ensayos de control a fin de verificar que los valores de densidad seca, contenido de humedad y permeabilidad se ajusten a los valores de diseño, resultantes de las determinaciones iniciales.

El control “in situ” de la compactación lograda en el terreno, con la finalidad de verificar si las especificaciones técnicas previas fueron logradas, se realiza a través del control de la humedad del material y su densidad.

3.3.1.6. Consideraciones generales

Durante la realización definitiva de la capa de suelo de baja permeabilidad se recomienda realizar la extracción de muestras de suelo (método del cilindro hueco) para determinar la densidad seca, humedad y permeabilidad mediante ensayos de laboratorio.

Inicialmente se considera realizar muestreos en cinco puntos distribuidos convenientemente para la totalidad de la obra. De acuerdo con los resultados obtenidos, es decir, si existiese variabilidad de resultados, se decidirá acerca de la conveniencia de ampliar la cantidad de puntos de muestreo.

Cuando las pruebas de control de la densidad seca y del contenido de humedad indiquen que una porción de capa colocada no es satisfactoria (falla), el constructor debe revisar el detalle de los resultados del ensayo:

- Si el contenido de agua del material (suelo + bentonita) es demasiado alto o excesivamente bajo, los resultados inadecuados pueden derivar de un contenido inapropiado de agua y se deberán adoptar las medidas de corrección.
- Si el material tiene el contenido óptimo de agua, es posible que no se hayan efectuado suficientes pasadas del equipo de compactación o que no se haya empleado el equipo apropiado.

- Si los resultados de las pruebas son irregulares, sin ninguna razón aparente, el suelo empleado para conformar la mezcla puede no ser uniforme en cuanto a calidad. Deberá prestarse atención a esta posibilidad, pues en tal caso se requerirán nuevos ensayos para determinar una nueva dosificación para la mezcla suelo – bentonita, con los costos consiguientes. Es por esta posibilidad que anteriormente se hizo hincapié en verificar adecuadamente la extensión y uniformidad del material en la cantera seleccionada.

3.3.1.7. Recomendaciones finales

El objetivo de todo procedimiento de conformación y compactación de la capa de suelo de baja permeabilidad (mezcla suelo – bentonita) descrito hasta aquí, es lograr en el terreno un determinado valor del coeficiente de permeabilidad previamente especificado. Para ello, los parámetros: humedad del material, esfuerzo de compactación (peso y número de pasadas del equipo), y densidad seca del material, deben ser cuidadosamente controlados y medidos en la obra.

Para alcanzar tal valor de K_f , se deberán definir ciertas especificaciones técnicas y luego establecer los procedimientos para determinar bajo qué condiciones de trabajo en el terreno se pueden alcanzar los valores definidos en laboratorio.

Por tanto, sobre la base del criterio seguido es posible garantizar el funcionamiento satisfactorio de la capa de suelo de baja permeabilidad, fundado en la aplicación uniforme y controlada del procedimiento constructivo relatado.

3.3.1.8. Análisis geotécnicos necesarios

- a) Cinco dosificaciones del suelo de la cantera de extracción seleccionado + bentonita (al 5, 8, 11, 15 y 18%) y realización de los correspondientes Ensayos Proctor Estándar, determinando en cada caso la curva “densidad seca vs humedad de compactación”.
- b) Determinación en laboratorio del coeficiente de permeabilidad para cada una de las cinco dosificaciones, moldeando en este caso cada muestra con la correspondiente humedad óptima.
- c) Ejecución del manto de prueba (test fill). Dos franjas de suelo + bentonita a diferentes contenidos de humedad: $w = W_{pr} - 4\%$ y $w = W_{pr} - 2\%$, respectivamente. Dimensiones aproximadas de cada franja: 40 m x 30 m x 0,60 m. En cada faja (ancho del compactador) el compactador pasará 16 veces. Se extraerán en total 18 muestras con el método del cilindro hueco hincado en la capa de suelo compactado. A cada una de estas muestras se le determinarán en laboratorio los valores de humedad y densidad seca.
- d) Sobre una de las franjas se realizará un ensayo de permeabilidad “in situ” mediante el infiltrómetro de doble anillo, y en las adyacencias de esta prueba se extraerán dos muestras de suelo compactado con el método del cilindro hueco

hincado en la capa de suelo. A estas dos muestras se le realizarán sendos ensayos de permeabilidad de laboratorio.

- e) Controles durante la construcción: se realizará la extracción de cinco muestras de suelo (método del cilindro hueco) para determinar la densidad seca, húmeda y permeabilidad mediante ensayos de laboratorio.

3.3.2. Ejecución de la capa de suelo vegetal

Una vez conformada la capa de suelo de baja permeabilidad, y contando con un acopio de suficiente cantidad del suelo vegetal a emplear para esta capa, se irán retirando secuencialmente los paños de membrana temporaria que cubre la capa subyacente (protectores contra la desecación) y con el equipo disponible para esta tardea (topadora sobre orugas D5, pala cargadora, motoniveladora y camiones), se irá descargando, distribuyendo y nivelando este material por sectores.

Las tareas a realizar y la utilización de estos equipos para el movimiento del suelo vegetal no ofrece mayores particularidades a un trabajo rutinario de movimiento de suelos.

3.3.2.1. Determinación de la vegetación de protección a utilizar

El establecimiento de una adecuada cobertura vegetal es un método costo-efectivo precedido por tareas de cobertura de residuos, corrección de asentamientos y nivelación.

La cobertura vegetal disminuye la erosión hídrica y eólica, y contribuye al desarrollo de un ambiente superficial naturalmente fértil y estable.

Para lograr la cobertura vegetal se debe desarrollar un plan sistemático, que incluya:

1. Selección de las adecuadas especies de plantas
2. Preparación de la cama de siembra
3. Realización de la siembra
4. Cubrimiento de la superficie con paja, estiércol, hojas u otros elementos de acondicionamiento del suelo del lugar
5. Agregado de fertilizantes de ser necesario y mantenimiento.

3.3.2.2. Consideraciones generales para la revegetación

La revegetación es un componente importante en un proyecto a largo plazo de recuperación de áreas. Los pastos proveen una rápida y duradera cobertura de base, dado que sus extensos sistemas radiculares retienen y aglutinan los granos de suelo e incrementa la infiltración.

Las legumbres almacenan nitrógeno en sus raíces incrementando la fertilidad del suelo, colaborando con el crecimiento de pastos. Los arbustos también proveen una densa

cobertura superficial y ciertas especies son muy resistentes a los suelos ácidos y a otras condiciones desfavorables propias de los sitios a remediar. Los árboles en general son plantados, en una etapa muy posterior a la remediación, después que los pastos y legumbres han logrado una cobertura estable. Los árboles proveen una cobertura de protección a largo plazo, y crean una capa estable y fértil tomada paulatinamente por las hojas y ramas caídas.

Una buena combinación de pastos, arbustos y árboles en última instancia restaurarán el valor económico y estético del área a remediar, proveyendo un hábitat adecuado para la fauna del lugar. En general, deben ser empleadas especies nativas de árboles y arbustos, con sistemas de raíces poco profundas.

La selección de adecuadas especies de plantas, el cubrimiento de plantas con pajas / hojas, el uso de estabilizadores, la aplicación de dosis requeridas de cal y fertilizantes, y la siembra en el momento óptimo, ayudará a asegurar la conformación de una efectiva cobertura vegetal.

3.3.2.3. Consideraciones de diseño

La conformación de vegetación duradera y de largo plazo implica la plantación de una combinación de pastos, leguminosas y arbustos.

La selección de las especies adecuadas para un determinado sitio depende de diferentes variables específicas para el lugar. Estas variables incluyen:

- Características del suelo de cobertura (granulometría, contenido de materia orgánica, niveles de nutrientes y pH, contenido de agua)
- Clima local
- Condiciones hidrológicas del suelo (topografía del lugar y características de drenaje superficial).

Las especies individuales han de elegirse sobre la base de su resistencia a las condiciones desfavorables del lugar, pH del suelo condiciones de erosionabilidad, emisión de gases, etc. Otras consideraciones importantes incluyen: la compatibilidad entre especies, resistencia a insectos, enfermedades y plagas, y aptitud y compatibilidad de las planta para el uso futuro del lugar.

Los suelos superficiales gredosos (aquellos con porcentajes aproximadamente iguales de tamaños de granos correspondientes a arcilla, arena y limo), son generalmente los más adecuados para establecer una revegetación. Estos suelos son fáciles de sembrar y permiten una rápida penetración de las raíces.

Respecto a la cobertura vegetal del área del basural a remediar, la revegetación se debe llevar a cabo con especies típicas de esta región patagónica, de manera de no introducir especies vegetales que puedan llegar a competir, e incluso a desplazar la flora autóctona.

Los suelos arenosos pueden ser mejorados en su aptitud para soportar una cubierta vegetal si son mezclados o cubiertos con materia orgánica (abono, estiércol, compost). Para esta finalidad, pueden emplearse abonos orgánicos tales como paja, madera chipeada, aserrín, cortezas secas de árboles, bagazo, orujo, estiércol, elementos de éstos que aportan materia orgánica, aumentan la capacidad de retención de humedad del suelo, y lo protegen de las condiciones climáticas locales.

El recubrimiento del suelo con estos elementos conserva la humedad del suelo, disipa la energía de la lluvia, modera las temperaturas ambientales locales, previene la formación de costras en el suelo, incrementa la infiltración y en general controla la erosión del viento y el agua.

3.3.2.4. Consideraciones de implementación para la revegetación

Para realizar la revegetación se emplearán especies nativas y se efectuará el agregado de siembra de gramíneas que se mantienen en condiciones de seca de la zona.

El momento óptimo de la siembra dependerá de las condiciones climáticas locales y de la adaptación de las especies individuales. Para la mayoría de las especies perennes en muchos lugares se recomienda una siembra temprana en otoño. Respecto de las especies anuales, en general es mejor sembrarlas en primavera y al comienzo del verano.

La preparación del terreno para el sembrado es necesaria para asegurar la rápida germinación y crecimiento de las especies plantadas. La aplicación de cantidades de cal se recomienda en caso de ser necesario neutralizar condiciones de acidez de suelos que presenten un pH bajo. De igual modo, los fertilizantes deben ser agregados en caso de suelos con bajo contenido de nutrientes esenciales. La tasa óptima para agregar cal o fertilizantes deben ser determinados en base a ensayos específicos en el lugar.

La siembra debe ser realizada tan pronto como sea posible, luego de la nivelación final y de la preparación de la cama de siembra. La aplicación de abonos en general se efectúa luego del sembrado.

3.3.2.5. Operación, mantenimiento y control de la cobertura

En algunos casos puede ser necesaria la aplicación periódica de cal y fertilizantes para mantener un óptimo crecimiento anual de los sembrados. Esto surgirá en base a la experiencia adquirida una vez iniciada la revegetación.

La fertilización anual de suelos con deficiente contenido de nitrógeno, fósforo o potasio, también contribuirá a las tareas de mantenimiento de la vegetación. Las tasas de aplicación de fertilizantes varían según el contenido de nutrientes, y el nivel de pH de los suelos sembrados.

Como parte de las tareas de mantenimiento de la cobertura, se deberá evaluar la necesidad de aplicación selectiva de herbicidas, en caso de tener que controlar especies indeseables de malezas.

Todas las especies vegetales sembradas y las autóctonas beneficiosas que desarrollen por sus propios medios deben ser controladas a fin de verificar su vitalidad y posibilidad de enfermedades y muertes.

Visto el déficit hidrológico en el área se deberá realizar el riego periódico de las áreas sembradas.

3.4. CANALES PERIMETRALES

En el perímetro de las cavas a cerrar, una vez completada la cobertura superior final, se materializarán cunetas para el desagüe de la cobertura, mediante un canal trapezoidal impermeabilizado con membrana HDPE. Para uniformizar las tareas de conformación de las cunetas se adopta un diámetro uniforme de 0,40 m.

De esta forma se definirá la red de evacuación de aguas pluviales. Esta red permitirá canalizar las aguas con el objeto de no perjudicar el desarrollo normal de las operaciones en las instalaciones, evitando además la infiltración del agua en el sector ya cerrado y evitando la acción erosiva de dichas aguas.

3.5. SEÑALAMIENTO

Con el fin de informar sobre el cierre del basural se colocará cartelería indicativa tres meses antes del comienzo de las obras de cierre para notificar a los usuarios del actual BCA. Para ello se implementarán carteles colocados en el sitio y además se enunciará el cierre definitivo mediante cartas o anuncios de prensa, según resulte en cada caso.

Una vez cercado el lugar se deberá notificar también mediante cartelería las obras de cierre y clausura a efectuar en el área. Es conveniente mantener los carteles indicando el cierre del basural y la indicación de cómo llegar al nuevo relleno sanitario cuando éste empiece a operar.

Durante las obras propiamente dichas la cartelería deberá indicar la prohibición de ingreso a toda persona ajena a la obra, como también la expresa prohibición de arrojamiento clandestino de residuos en el lugar o su entorno.

En el interior de la obra, las indicaciones se referirán a los días y horarios de trabajo en las tareas de cierre y clausura, el nombre de la empresa que realiza el trabajo, las velocidades límite de circulación interna, la ubicación del obrador, oficina técnica (zona de apoyo), y lugar de primeros auxilios para los operarios de la obra.

Durante la realización de las tareas de clausura conviene subdividir el área sujeta a intervención en:

- Zonas de trabajo: en donde estarán operando los equipos de movimiento de suelos, los equipos de distribución y mezclado de suelo – bentonita, equipos de compactación, equipos de humectación del suelo, topadoras, compactadores, motoniveladora.

El principal riesgo asociado a este sector deriva del movimiento de máquinas, motivo por el cual no debe ingresar ninguna persona que no se halle directamente vinculada a estas tareas, o a las de control geotécnico. Se encuentra prohibido el ingreso a personas que intenten recuperar elementos que estén en la basura que pudiere quedar temporalmente descubierta o removida.

Otro riesgo de la zona es la voladura de partículas pequeñas de polvo proveniente de la fracción fina del suelo a mover y de la bentonita.

Los operarios suelen contar con los equipos usuales de protección: zapatos de seguridad, ropa de trabajo, casco, guantes, anteojos y barbijos.

Los equipos viales deberán tener alarma de aviso de marcha en retroceso y sus luces de posición y de trabajo en buen estado.

Al tratarse de una zona de acceso restringido, conviene ser demarcada en el terreno en base a estacas y cintas que indiquen “Trabajos de riesgo”.

- Zona de acopio de materiales y de guardado de equipos: esta zona contará con un galpón techado y cerrado a fin de evitar el deterioro y/o robo de materiales o piezas de equipos. También debe contar con vigilancia permanente.
- Zona de vestuarios: se trata de instalaciones de sanitarios y vestuarios para la higiene y cambio de ropa de los operarios que, al ser provisorio, deberá ser provisto por el contratista. La ropa y demás equipos de protección empleado por los operarios en las tareas de remediación debe quedar en la obra luego de cada jornada de trabajo.
- Zona de apoyo: consiste en una pequeña oficina para el registro de la asistencia de operaciones, registro de novedades diarias de la obra, y deberá tener un teléfono y una lista de números telefónicos a los que se pueda llamar en caso de requerirse asistencia de primeros auxilios (ambulancias, bomberos, policía). Esta instalación podrá ser satisfecha con la caseta de vigilancia que se ejecutará en el ingreso al predio, caso contrario el contratista deberá proveerla.

En correspondencia con los caminos de circulación interna se deberán instalar carteles de fácil visualización para indicar la ubicación de esta zona.

- Zona de control de ingreso: consiste en una pequeña oficina para el personal de vigilancia a emplazar en el portón de entrada. Tal persona debe tener un listado con los nombres del personal de trabajo, control técnico y de inspección oficial que esté habilitado para ingresar. También debe tener comunicación móvil para

reportar de manera inmediata cualquier novedad que se registre en el portón de ingreso o bien para consultar acerca del permiso de ingreso de personas que no figuren en el listado.

3.6. POZOS DE VENTEO DE BIOGÁS

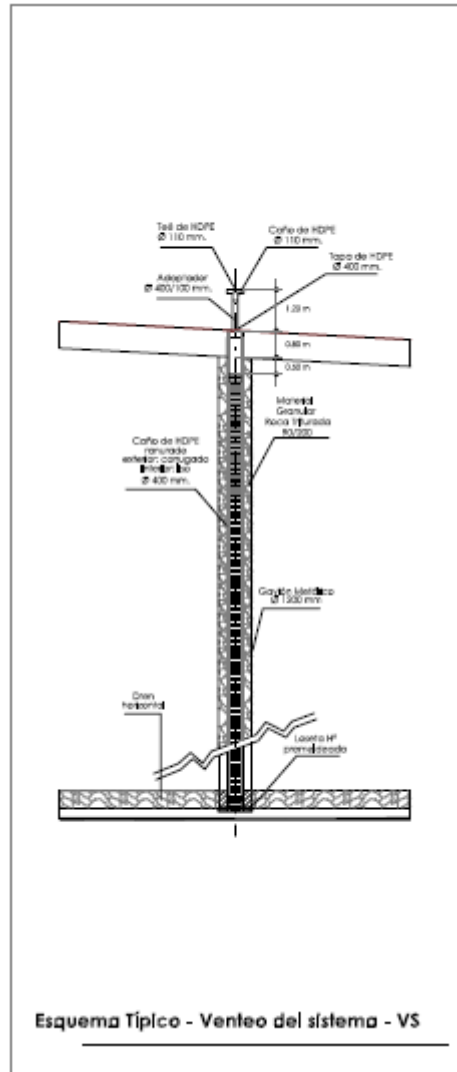
Los gases producidos en la masa de residuos dispuestos en el basural y cubiertos con tierra serán captados y monitoreados mediante la construcción de conductos convenientemente distribuidos en el terreno.

El monitoreo de gases se efectuará mediante la colocación de 4 (cuatro) tubos por hectárea, distribuidos sobre cada superficie rellenada. Los pozos para la colocación se ejecutarán realizando una excavación con retroexcavadora hasta la profundidad indicada.

3.6.1. *Detalles Constructivos*

Los pozos de captación serán construidos por medio de la técnica de perforación in situ. Los pozos se construirán con los siguientes materiales:

- **Caños de PVC:** diámetro 110 mm; las uniones se realizarán por pegado. Cada pozo de extracción poseerá una parte de su longitud perforada, dicha dimensión variará en función de la cota final que adopte el módulo, y tendrá la siguiente distribución para las perforaciones, agujeros de 20 mm de diámetro separados a 45 grados y a 100 mm, uno del otro. Al mismo tiempo la longitud del tramo liso (sin perforar) será variable por lo explicado anteriormente.
- **Base de Apoyo del pozo de Captación:** Base de alambre galvanizado: previamente ondulado y tejido, Modelo TA C 50/06 ó similar; de 1.500 x 1.500 mm, con luz libre entre alambres de 50 x 50 mm y diámetro de alambre de 4,98 mm (calibre N° 6). Dicha base de alambre se colocará sobre la cobertura de tierra compactada de 30 cm de espesor que protege la membrana de PEAD de 2.000 micrones. El objeto fundamental de esta malla es principalmente brindar una base de apoyo tal que se pueda distribuir la fuerza de la estructura del pozo y ésta no dañe la base del módulo.
- **Malla de contención perimetral:** que estarán compuestas por una Malla de alambre cilíndrica: de 900 mm de diámetro y 3.000 mm de altura, de alambre galvanizado previamente ondulado y tejido, Modelo TA C 50/08, con luz libre entre alambres 50 x 50 mm, diámetro de alambre de 4,00 mm (calibre N° 8).
- **Material filtrante y de relleno:** que estarán compuestas por Piedra partida granítica no calcárea: de 4" a 7" de granulometría, que se utilizará en la conformación de la base de sustentación hasta la altura donde debe comenzar la colocación del tubo perforado. Para el llenado de la sección anular se utilizará piedra partida granítica no calcárea de 2" a 3".



3.6.2. Técnicas constructivas

La perforación se realizará con una perforadora autopropulsada, que se desplazará hasta el lugar de la excavación. Tanto la colocación de los trépanos y/o perforadoras como el retiro de éstos para la perforación, se realizará en forma manual, mediante el empleo de adaptadores y herramientas destinadas para tal fin. Estas tareas se llevarán a cabo con elementos estáticos; esto significa que ni la máquina ni las mechas se encontrarán en movimiento, cuando se efectúen. La tarea es repetitiva y depende de la longitud del trépano, cuando ésta llega a perforar un tramo igual a su longitud, se detienen todos los dispositivos y se adiciona otra prolongación. Esta tarea se repite las veces necesarias para perforar la longitud (profundidad) deseada. Se perforará con una broca de 500 mm de diámetro, luego se insertará el caño, de PVC de 110 mm de diámetro externo, teniendo especial reparo en la fracción de tramo ranurado y tramo liso; y se completará la sección anular con piedra partida granítica no calcárea.

Se estima la colocación de 12 tubos para la captación del biogás en el basural. Ver Esquemas

3.7. SISTEMA DE COLECCIÓN DEL LÍQUIDO LIXIVIADO

El diseño del cierre del basural presenta una sección de cavas que serán delimitadas perimetralmente para la captación del agua de lluvia.

El proyecto de cierre prevé la operación durante un tiempo aproximado de 1,5 años durante el cual se continuarán disponiendo residuos frescos mientras se conforma la superficie final y se construye la cobertura a medida que se llegue a las cotas de proyecto.

A los fines de coleccionar los líquidos lixiviados se materializará un dren pétreo perimetral que se ejecutará cavando una zanja dentro de la cual se colocará un geotextil (conformando un caño) y se rellenará con piedra de características y granulometría adecuada. Estos drenes finalizarán en los puntos de menor cota en una cañería para su colección.

El material a utilizar serán gravas constituidas por áridos de tamaño de entre 20 – 40 mm y permeabilidad de menos de 1×10^{-3} m/s.

Los líquidos lixiviados serán colectados y dirigidos (en cañería, para el caso de Lamarque, y mediante camión cisterna, para el resto de los sectores) a las lagunas de estabilización que se plantean para el relleno sanitario.

La extracción de los líquidos se realizará a través del sumidero vertical ubicado en el vértice del predio del cierre.

3.7.1. Cañería de colección

Los caños para colección y extracción de lixiviados consistirán en tubos de HDPE de 12” de diámetro que se colocará sobre el dren pétreo. El fondo del caño será ciego para permitir la acumulación de líquido. Mientras que el tramo que atraviesa el manto de residuos será cribado, conformando un filtro a efectos de posibilitar la colección de líquidos.

Estos tubos permiten sumergir una bomba para la captación de muestras de líquido lixiviado que eventualmente se acumulen en el tramo ciego.

3.8. POZOS DE MONITOREO

El sistema de monitoreo de la calidad del agua subterránea tendrá los siguientes objetivos:

- Elaborar una línea de base de la contaminación actual provocada por los años de disposición final sin control en el basural.

- Medir la evolución en el tiempo de la efectividad de las medidas de minimización realizadas durante el cierre y clausura del BCA.

Se instalarán para la localidad de Lamarque 3 pozos de monitoreo de aguas, uno aguas arriba del basural y dos aguas abajo, con el fin de realizar un seguimiento permanente en aspectos de calidad del agua subterránea, hasta el nivel del acuífero freático. Respecto a Luis Beltranse instalaran 2 pozos de monitoreo debido al menor volumen de residuos y pasivo ambiental involucrado.

La ejecución de pozos será realizada con equipos rotativos de perforación y se utilizará agua para el avance. El diámetro del trépano será superior al diámetro del encamisado del pozo.

Una vez realizada la perforación se coloca la cañería con el diámetro filtrante y los demás elementos necesarios, grava y encamisado.

La perforación a ejecutar concluirá con la construcción de un cabezal de hormigón a efectos de protegerla.

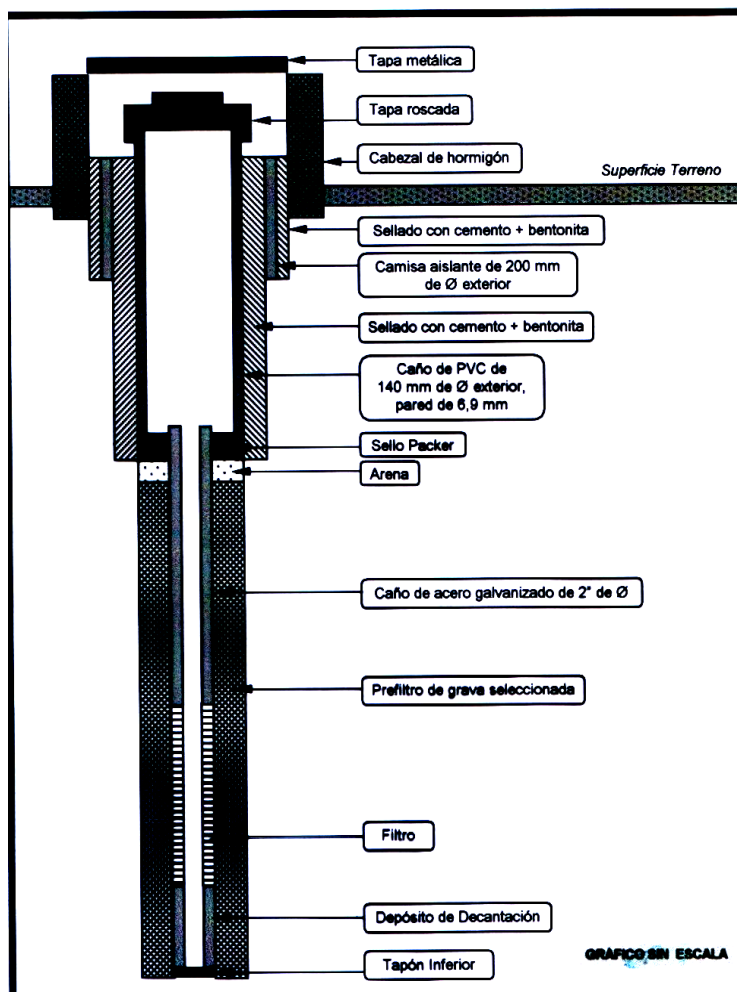


Figura 10. Pozo de Monitoreo.

3.9. CAMINO OPERATIVO

El control de las obras de cierre requiere la utilización de caminos de servicio, para lo cual se utilizarán algunos de los ya existentes, mediante acondicionamientos para mantener anchos y con excavación de cunetas perimetrales para desagüe.

En caso de que para mantener anchos se utilice una mínima porción de zonas no intervenidas, deberá realizarse el desmalezado correspondiente.

3.10. ACCESO AL PREDIO

En el acceso se proveerá e instalará una cabina de vigilancia provisoria para la etapa de obra, la cual deberá ser definida por el contratista. El personal contará con baño químico.

4. ACTIVIDADES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

4.1. DESINSECTACIÓN Y DESRATIZACIÓN

Los trabajos de desinfección, desinsectación y desratización se llevarán a cabo a través de las siguientes técnicas de aplicación, o cualquier otra metodología aprobada, elaborándose previamente el programa de control.

a) Desratización.

- Sembrado de cebos rodenticidas
- Eliminación de ectoparásitos
- Los productos a emplear contarán con las aprobaciones correspondientes de los Organismos Contralores competentes (Secretaría de Estado de Salud Pública, Secretaría de Estado de Agricultura, Ganadería y Pesca, SENASA, Ministerio de Salud y Acción Social de la Nación, etc., debiendo cumplir con hojas de seguridad de productos (que indiquen número de inscripción y aprobación en el organismo oficial de contralor, medidas de primeros auxilios, medidas preventivas de aplicación, direcciones y teléfonos de centros asistenciales de primeros auxilios).
- El equipamiento mínimo para los trabajos estará compuesto por: pulverizadores manuales de acero inoxidable o plástico (capacidad 10 l, manómetro incorporado), nebulizador térmico por principio de pulso resonante o similar, motor 24 HP/h 18 kW/h 15.100 kcal/h, caudal 0 – 19 l/h, atomizador motorizado con cabezal ULV, capacidad depósito químico 20 l y depósito combustible de 2 l, motor 3,5 HP de 2 tiempos y 50 cc de cilindrada.
- Se indicarán en un plano los lugares donde se coloquen las cebaderas para ser presentado a las entidades que así lo requieran.

b) Control de insectos

A los efectos de evitar la proliferación de insectos dentro del predio, se efectuará la fumigación y desinsectación. Los productos que se van a utilizar serán piretrinas. Los métodos de fumigación serán:

- Termonebulización terrestre
- Pulverización terrestre.

La instrumentación de los controles de vectores (roedores, insectos) se ejecutará con una empresa que cuente con certificado de habilitación técnica de organismos competentes, debiendo cumplir además, con todas las obligaciones que exige el Municipio y obligaciones fiscales e impositivas vigentes al momento de cumplir el servicio.

La empresa encargada del control de plagas seguirá los siguientes criterios para la selección y uso de los plaguicidas:

- Deberán tener efectos adversos insignificantes en la salud humana.
- Tendrán eficacia demostrada en el control de las especies que se espera combatir.
- Tendrán un efecto mínimo en las especies que no se pretende combatir y en el ambiente natural.
- Tendrán en cuenta la necesidad de impedir que las plagas desarrollen resistencia.

No se utilizarán productos formulados que correspondan a las Clases IA y IB de la OMS, o formulaciones de productos en la Clase II.

Para las tareas de desratización, el personal contará con pantalones largos, camisas de manga larga, guantes de goma impermeables y botas de goma o botines de seguridad.

Para las tareas de desinsectación, el personal contará con mamelucos de Tyvek, botas de goma, guantes de goma y respiradores con antiparras.

4.2. MANTENIMIENTO GENERAL

4.2.1. Drenajes

Las facilidades de operación en períodos de lluvia dependerán en gran parte del estado de los drenajes, ya que su buena conservación contribuirá a evitar la erosión de caminos y zona de descarga. Los mismos serán limpiados y desmalezados periódicamente y reconstruidos en caso de desmoronamiento.

Los canales que formen parte del escurrimiento del predio serán periódicamente desmalezados y se mantendrán libres de papeles u otros elementos provenientes de la zona de relleno, arrastrados por las aguas, diseminados por acción del viento y/o vehículos. La pendiente de los canales se conservará durante todo el desarrollo de la obra.

4.2.2. Cobertura de residuos

Dado que la cubierta de la superficie puede agrietarse y contraerse por variaciones climáticas, como así también descender con asentamientos diferenciales por el proceso de transformación de los residuos o erosionarse por acción del agua de lluvia. Estas circunstancias serán periódicamente corregidas mediante la nivelación y aporte de suelo, para evitar la acumulación y penetración del agua.

Además, es común que cuando se realicen aportes de tierra del exterior o cuando se repasen los caminos o drenajes se incorpore al suelo de cobertura cascotes o trozos de materiales inertes, que serán retirados y dispuestos en el lugar que se asigne.

4.2.3. *Mantenimiento de portón de acceso, cerco perimetral, señalizaciones, otros.*

Las construcciones que integran la presente intervención serán mantenidas en perfecto estado de conservación, durante todo el período contractual, efectuándose las reparaciones que puntualmente se requieran.

4.2.4. *Corte de pasto, resiembra y desmalezamiento*

A medida que se vaya completando el cierre se procederá a la revegetación. Sobre el área a cerrar se pretende conformar una superficie uniforme verde y de aspecto prolijo, correspondiendo por lo tanto su desmalezamiento y resiembra en forma periódica.

Las especies que se planten de acuerdo al plan de forestación serán mantenidas adecuadamente de acuerdo a su requerimiento.

4.2.5. *Limpieza de obra*

Diariamente se realizará la limpieza de todos los caminos de circulación y sus inmediaciones, retirando los elementos que pudieran haber caído de los vehículos o haber sido desplazados por el viento desde otras zonas. Los materiales obtenidos como resultado de la limpieza serán trasladados a la zona de descarga.

Diariamente se efectuará la limpieza de todas las instalaciones fijas existentes en la obra, incluyendo la oficina de vigilancia, obradores, etc.

Se tendrá especial cuidado en el ordenamiento de material, equipos y todo otro elemento necesario para el manejo de la obra, que se encuentren ubicados en esta zona.

4.2.6. *Instalaciones de monitoreo y control ambiental*

Durante el período de disposición de residuos y después de la clausura del BCA, resultará necesario controlar el comportamiento de los sistemas de protección contra la posible contaminación de aguas superficiales y subterráneas y la migración lateral de gases, y seguir la evolución del sitio desde sus comienzos hasta su completa estabilización.

La instalación y/o construcción de los elementos para los propósitos anteriormente descritos se realizará de acuerdo a lo indicado en el punto “construcción de pozos de monitoreo” y “construcción de pozos de venteo de biogás”.

4.2.7. *Control de ruidos, olores y material particulado*

Se realizará permanentemente un estricto control de los niveles de ruidos y olores que puedan producirse.

Se controlará la dispersión por acción del viento de material particulado dentro del predio, durante la etapa de disposición de residuos hasta llegar a las cotas de proyecto para el cierre del basural.

4.2.8. *Plan de Higiene y Seguridad y de Control de Riesgos para el personal que realice las tareas de campo.*

Estará a cargo de la empresa constructora contratada para esta obra la presentación de un “Plan de Higiene y Seguridad”, el mismo tiene que cubrir al menos los siguientes aspectos:

- Normas de Higiene y Seguridad para la totalidad de las tareas a desarrollar
- Elementos de protección personal y ropa de trabajo
- Mediciones de campo de contaminantes considerados como prioritarios o que impliquen un riesgo para los operarios.
- Entrenamiento y capacitación de la totalidad de trabajadores. • Planes de contingencia compatibles con las actividades a desarrollar.

5. MEMORIA OPERATIVA

5.1. INTRODUCCIÓN

A los efectos de cumplimentar los objetivos establecidos en la GIRSU correspondiente a la regionalización con cabecera en el Municipio de Lamarque, se tratará de conformar los vertederos municipales actuales para continuar con su utilización como tal por el período de un año y medio, lapso necesario para la habilitación del relleno sanitario, a emplazarse en Lamarque. De esta manera, para el cierre y clausura de BCAs deberá respetarse la operatoria correcta hasta llegar a las cotas de proyecto de cierre.

Como tarea inicial se demarcarán los sitios identificados para la descarga de residuos durante el período mencionado. Los residuos subyacentes exteriores serán removidos y dispuestos como relleno de las zonas a cerrar por sector definido, hasta llegar a la cota de cierre.

Los sectores a ser cerrados serán nivelados hasta obtener la cota deseada de proyecto. Suspendido el ingreso de residuos, se procederá entonces a la conformación de los mantos de cobertura propuestos.

Los equipos a emplear son una retroexcavadora sobre oruga y una topadora, los cuales deberán estar disponibles en la obra durante el tiempo que lleven las operaciones.

5.2. ACCESO AL PREDIO

El acceso al predio estará limitado a la empresa adjudicataria del servicio de recolección de residuos, a la empresa adjudicataria de las obras de cierre y clausura del sitio y a funcionarios municipales.

Los particulares que quieran descargar residuos en el vertedero deberán requerir conformidad previa ante el Municipio, quien determinará los requisitos a ser cumplimentados por el particular y efectuará las correspondientes comunicaciones para autorizar el ingreso de los residuos así como la forma de los equipos de transporte de ser utilizados.

Debe considerarse que se trata de un ámbito laboral, por tanto el personal afectado a las operaciones dentro del predio deberá cumplir con todas las normas de Empleo, Seguridad e Higiene vigentes a nivel Nacional, Provincial y Municipal.

El acceso al predio será controlado por el servicio de vigilancia a cargo del personal, ubicado en el área de entrada.

5.3. CIRCULACIÓN DENTRO DEL PREDIO

Ingresando al predio y siguiendo la señalización, los equipos de recolección que transportan residuos provenientes de las distintas áreas servidas serán identificados y

derivados a la zona de descarga. Una vez efectuada la descarga, retornarán dirigiéndose posteriormente a la salida.

La trama vial interna al vertedero será regada con agua a efecto de controlar el material particulado que genera el tránsito de vehículos en caminos de tierra.

5.4. DESCARGA

La zona de descarga estará a cargo del operador del equipo de disposición de residuos el que será responsable del ordenamiento de vehículos, de la adecuada distribución y compactación de los residuos, de la limpieza y otras tareas propias de esa zona de trabajo.

5.5.1. Vigilancia

Se deberá asumir la prestación del servicio de vigilancia y seguridad en todo el predio, respecto de las instalaciones y bienes que pertenezcan al servicio o a terceros contratados, disponiéndose a tal efecto del personal idóneo para cumplir las siguientes obligaciones mínimas:

- a) Controlar los accesos, impidiendo el ingreso a la zona de personas ajenas al servicio, que no pertenezcan a los servicios municipales de recolección de residuos o que no sean usuarios domiciliarios, o transportistas de residuos de generadores privados autorizados previamente por el Municipio.
- b) Impedir el acceso de animales vivos al predio.
- c) Evitar y controlar cualquier acto de "cirujeo" que se pretenda realizar dentro del predio y denunciar cualquier acto similar que se produzca en los alrededores del mismo.
- d) Prevenir, controlar y denunciar cualquier acto en perjuicio de los inmuebles, instalaciones, herramientas y demás bienes que se encuentren en el predio, cualquiera sea el propietario.
- e) Preservar el orden dentro de la zona, evitando cualquier incidente entre las personas que concurran al mismo.
- f) Realizar cuantas tareas sean necesarias para brindar seguridad y adecuada vigilancia al predio.
- g) Cumplir y hacer cumplir las normas de acceso y descarga.
- h) Llevar un registro de todo el movimiento de personas y vehículos que ingresan al predio. Se asentará el tipo de vehículo, su tara, su número de patente, nombre del conductor, número de registro, y tipo de residuos que transporta. Si tuvieran autorización expedida por el Municipio, su número e identificación.

5.5.1. Prevención de incendios

Será responsabilidad del Municipio la extinción de incendios que se pudieran originar dentro de todo el predio, tanto en las oficinas como en los residuos que se transporten al sitio del relleno, o que puedan manifestarse en el frente de trabajo, contemplado los planes correspondientes ante estas contingencias.

En la zona de descarga y oficina deberá contarse con elementos de extinción de características acorde con el uso, los que deberán mantenerse actualizados con las cargas correspondientes. Dentro del predio no podrán encenderse fuegos.

El operador (ya sea el Municipio o un tercero contratado por este) deberá presentar los programas de prevención de incendios y mantener actualizadas las acciones tendientes a prevenir todo foco de incendio que se produzca dentro del predio.

5.5.2. Control de vectores

Control de roedores.

Cada Municipio tendrá a su cargo el control de roedores en todo el predio.

Para ello se implementará un programa de control de los mismos, con el empleo de productos específicos, y de acuerdo con un procedimiento y frecuencia a observar para la ejecución de dicha tarea.

Control de insectos.

Cada Municipio deberá evitar la proliferación de insectos dentro del predio, para tal fin efectuará las fumigaciones correspondientes y además efectuará periódicas desinsectaciones. Se especificarán los productos y equipos a utilizar y la frecuencia con que se ejecutará dicha tarea.

5.5.3. Equipos a proveer para el cierre del basural

El equipo mínimo previsto para la disposición de residuos es:

- Una retroexcavadora sobre oruga de al menos 85 HP de potencia, destinada a la carga de los residuos a ser redistribuidos, y a la aplicación del material de cobertura diaria y final, amén de otras tareas de mantenimiento.
- Un tractor sobre orugas, con hoja topadora recta o del tipo universal, con la correspondiente rejilla de extensión para aumentar el volumen de acarreo de residuos, de al menos 135 HP. Este equipo también deberá contar con otras adecuaciones como ser, cabina cerrada, rejilla de radiador de servicio pesado, y chapones laterales del cubre motor, y protección mecánica de las mangueras hidráulicas. Con este equipo se realizará la distribución y compactación de los RSU.
- Un camión de caja abierta de 8 m³, para el movimiento de suelos y materiales .

Para el mantenimiento del predio, y de uso eventual, el cual podrá ser contratado ad hoc, se deberá tener la disponibilidad de un tractor sobre neumáticos, con implementos de arrastre como vibro compactador liso de arrastre, y compactador tipo patas de cabra de arrastre, motoniveladora, y elementos para el mantenimiento de las áreas parquizadas y forestadas.

Todos los equipos a ser utilizados deberán respetar las condiciones mínimas requeridas por la normativa vigente, en cuanto a elementos de seguridad y normativa vial aplicable.

Los mismos recibirán un mantenimiento diario para su funcionamiento debiéndose observar lo indicado en el catálogo suministrado por el fabricante del mismo.

Los equipos con oruga se deberán lavar diariamente a efectos de liberar su articulación con cadena.

5.5.4. Limpieza

Limpieza de obra

Diariamente se realizará la limpieza de todos los caminos de circulación sus inmediaciones, incluyendo los alrededores de la trama vial externa al ingreso del predio y todo el resto del mismo, retirando los elementos que pudieran haber caído de los vehículos o desplazados por el viento desde otras zonas.

Los materiales, resultado de la limpieza, serán trasladados a la descarga.

Limpieza de canales

Además del desmalezamiento periódico de los mismos, se efectuará la limpieza de los canales a construir, procediéndose al retiro de troncos, bolsas, papeles y todo otro elemento extraño que pudiera provenir de la zona de relleno o que hubieran sido arrastrados por el agua y el viento.

5.5.5. Personal

Para el desarrollo de las tareas se prevé la siguiente nómina de personal:

- Encargado quien revestirá funciones tanto operativas como de organización y administrativas. Dependiendo del secretario Municipal responsable de la GIRSU
- Dos oficiales maquinistas (Operador de retroexcavadora y de la topadora)
- Un ayudante para tareas operativas y de mantenimiento
- Dos vigiladores, quienes tendrán a su cargo el control de ingreso del predio y del equipamiento fuera del horario de trabajo

5.5.6. Control ambiental

Es necesario durante el período de disposición de residuos y después de la clausura de cada basural seguir su evolución hasta su completa estabilización.

Monitoreo y captación del lixiviado

Durante el proceso de transformación biológica, los residuos orgánicos generan líquidos lixiviados. En este caso, debido a las condiciones climáticas imperantes, dichas cantidades se prevé serán mínimas. No obstante lo anterior, se deberán adoptar las medidas necesarias para efectuar la captación de los líquidos lixiviados que inevitablemente se generen.

Para posibilitar la recolección y posterior manejo del líquido lixiviado, el proyecto prevé la instalación de sumideros para medición y extracción de líquidos lixiviados, los cuales deberán ser permanentemente mantenidos, hasta la completa inertización de los residuos. El sitio donde se ubicará el ReSa también cuenta con una laguna de acopio y evaporación de estos líquidos como parte del proyecto, la cual deberá ser controlada, verificando sus condiciones de impermeabilidad, debiendo mantenerse los taludes corrigiendo posibles efectos de erosión, y eliminando la maleza que pudiera generar un riesgo para la integridad de la membrana de impermeabilización. También deberá prevenirse y controlarse el ingreso de animales a esta área.

Monitoreo de agua subterránea

Dado que los objetivos de éste plan son la protección de la salud pública y el medio ambiente mediante la pronta detección de posibles descargas y/o fugas de sustancias potencialmente contaminantes a las aguas subterráneas, se ha definido un sistema de Monitoreo de aguas subterráneas, que aseguran la detección de cambios que puedan producirse en la calidad de éstas.

Esta red estará compuesta por 3 pozos de monitoreo (freático) en las localidades cabecera (debido al mayor pasivo ambiental involucrado), situados uno aguas arriba y dos aguas abajo del predio del relleno, y su ubicación será determinada en función del escurrimiento subterráneo; y un pozo de monitoreo aguas abajo en las localidades satélite situado aguas abajo del predio. Dicho monitoreo deberá contemplar la determinación de los parámetros y frecuencias, indicados en la memoria técnica.

5.5.7. Forestación

Para proceder a la Forestación se deberá realizar la implantación preferentemente de especies arbóreas y arbustos autóctonos.

La forestación deberá desarrollarse según un Proyecto final de Forestación y Parquización específico, que deberá incluir la pantalla forestal del lado frontal del predio.

Para ello se deberán conseguir ejemplares en los viveros locales. Los ejemplares nativos aconsejados para ser plantados deberán tener una altura mayor 1 metro. La plantación

deberá realizar mediante la metodología de plantación con pilón, de modo tal garantizar que el ejemplar contenga la flora de hongos necesaria para la formación de micorrizas en *Nothofagus*.

Los ejemplares deberán ser plantados con un tutor de madera muerta.

Para garantizar las condiciones adecuadas de crecimiento de la forestación, es imprescindible crear un horizonte de 1 metro de tierra fértil y plantar los ejemplares con pilón. Se deberá realizar el proyecto de forestación teniendo como premisa que mientras más ancho sea el horizonte menor será la ruptura de raíces finas.

Mantenimiento y cuidados

Todos los ejemplares plantados que no se hayan adaptado correctamente serán reemplazados, asegurando de este forma la correcta forestación de la zona.

Se procederá a la colocación de tutores en las especies que así lo requieran.

Todas las especies tendrán un óptimo estado sanitario y de desarrollo, en tamaños acordes a las necesidades. El diseño será apaisado, combinando formas, colores y tipos de especies a plantar que permitan obtener un paisaje balanceado y armónico en correspondencia con las particularidades del sitio a tratar.

Una vez terminados los trabajos de plantación se procederá a efectuar el mantenimiento de la Forestación, los cuales serán realizados durante todo el periodo de operación y post clausura del predio.

Los cuidados culturales a realizar se detallan a continuación:

- Riego: se establecerá un régimen de riego de acuerdo a los requerimientos de cada especie y condiciones ambientales (temperatura, evapotranspiración, lluvias, etc.).
- Malezas: se procederá al control en forma manual y/o química (aplicación de herbicidas selectivos)
- Tutores: se realizará el control de verticalidad, verificación de ataduras y reemplazo de los deteriorados.
- Control de insectos: se llevarán a cabo campañas periódicas de desinsectización de las áreas forestadas para el control y eliminación de insectos perjudiciales.
- Sanidad: se llevará a cabo el relevamiento e identificación de plagas y enfermedades, así como la evaluación de las necesidades de campañas de desratización y desinsectización adicionales para el control de éstas.

6. PROGRAMAS DE POST- CIERRE

Para la etapa de post cierre se contempla el monitoreo y control de la masa de residuos en proceso de transformación anaeróbica (la fermentación se produce en ausencia de oxígeno).

Las sustancias que se producen fruto de la degradación de la materia orgánica contenida en los residuos sólidos, son: agua, metano, dióxido de carbono y los denominados gases no metánicos, estos son: benceno, tolueno, xilenos (orto, meta y paraxileno), mercaptanos, anhídrido maleico, metanol, propileno, estireno, isopropanol, etanol; y otros compuestos orgánicos volátiles.

La cantidad de agua que se produce es poco significativa en relación con la masa de residuos sólidos, resultando absorbida o arrastrada como vapor por los gases emergentes.

En los casos de infiltración de aguas de lluvia, la misma arrastra la materia orgánica en transformación así como otros elementos presentes en la masa de residuos. El licor resultante es el denominado líquido lixiviado que puede infiltrarse en el suelo, migrando hacia los acuíferos subterráneos.

Sobre la base de las consideraciones anteriores respecto de los sitios a intervenir, se plantea para el control y monitoreo la instalación de 4 chimeneas de venteo de gases por hectárea, con un total de 4 chimeneas que se distribuirán 3 en el actual BCA de Lamarque y una en Luis Beltrán. Estos tubos serán también utilizados para la colección y extracción del líquido lixiviado.

También se prevé la instalación de 1 dren pétreo de recolección perimetral por sector definido.

6.1. PROGRAMA DE MONITOREO Y CONTROL PARA EL POST-CIERRE

Parámetros a Monitorear

Se han definido los parámetros a monitorear según lo establecido en la Resolución SPA 1.143/02 para rellenos sanitarios de acuerdo a la tabla a continuación.

Se observará la evolución de los distintos parámetros, comparándolos con los límites establecidos en la legislación existente en el país.

Los parámetros deberán ser comparados con la legislación Nacional vigente (Ley 24.051) y/o, local.

Tabla 1. Parámetros a determinar y metodologías a implementar.

Parámetros a analizar	Método analítico agua subterránea (*)
Conductividad específica	Método 2510 B Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21th Edition
pH	Método 4500-H+B-Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21th Edition
Cloruros	SM 21stMét.: 4500-Cl- B
DBO ₅	SM 5210 B
DQO	SM 21st Mét. 5220D
Nitrógeno Amoniacal	SM 18th Mét: 4500 – NH3 B y C
Nitrógeno total Kjeldhal	SM 21 st Mét. 4500 mod. S/ eq. Tecator AN N° 87/87 – Des. 1026
Sulfatos	SM 21st Mét.: 4500-SO ₄ ²⁻ E
Alcalinidad total	
Dureza total	SM 21st Mét.: 2340 C
Calcio	ASTM D1126-92
Magnesio	Espectrometría de absorción atómica
Sodio	Espectrometría de llama
Potasio	
Fosfatos	Método colorimétrico
Hierro total	Espectrometría de absorción atómica
Cobre total	EPA 3005 -7210
Cadmio	Metodo 3111 A y B Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21th Edition
Zinc	EPA 3005-7950
Cromo Total	EPA 3020-7191
Cromo hexavalente	EPA 7196
Manganeso	Espectrometría de absorción atómica

Níquel total	EPA 3020 – 7521
Plomo total	EPA 3050-7420
Arsénico total	EPA 3020-7060 -
Cianuro	Metodo 4500 CN Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21th Edition
Mercurio Total	EPA 7470-A
Hidrocarburos totales	Metodo 5520 F- Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21th Edition
Benceno	EPA 8015
Etil –Benceno	EPA 8015
Tolueno	EPA 8015
Xileno	EPA 8015

El laboratorio podrá presentar un método analítico alternativo al especificado siempre y cuando el método se encuentre acreditado o validado por algún organismo competente.

Procedimientos de la toma de muestras

Definidos los puntos de muestreo, previamente a la toma de muestras de agua subterránea se procederá al purgado de cada pozo, extrayendo aproximadamente 5 volúmenes de agua. Se miden los parámetros físico-químicos in situ (pH, conductividad, oxígeno disuelto, SDT) hasta observar la estabilización de las muestras. Una vez establecido el equilibrio se procederá al muestreo mediante bailers. Las muestras se colocaran en dos botellas de 1 L color caramelo, las que deber ser identificadas, etiquetadas y almacenadas transitoriamente en conservadoras para su envío al laboratorio dentro de las 12 hs, manteniendo el registro de la cadena de custodia.

Frecuencia de los muestreos

Se deberá realizar un análisis para obtener la Línea de Base. Los pozos deberán tener en forma mensual un control y mantenimiento preventivo.

La frecuencia de muestreo será semestral para los primeros cinco años a contar de la clausura.

Se recomienda que si durante un periodo mayor a los 2 años algún parámetro incluido dentro del Plan de Monitoreo presenta valores inferiores a los límites de detección establecidos en la normativa vigente, se podría disminuir la frecuencia de toma de muestra de este parámetro específico.

Lixiviados.

Se realizará un control anual de los líquidos lixiviados una vez cerrado el basural, a los fines de realizar el seguimiento de los parámetros de actividad biológica del basural.

A tal efecto se utilizarán los sumideros de colección instalados, de los cuales se extraerán las muestras para la determinación de los parámetros de DBO y DQO.

Las técnicas analíticas son las especificadas en Standard Methods, descritas en las tablas precedentes.

6.2. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

Efectuado el cierre y clausura, se requiere de tareas de mantenimiento de la superficie conformada. La corrección de los asentamientos diferenciales significa conservar la nivelación del área a efectos de mantener el escurrimiento de las aguas pluviales.

Los residuos sólidos constituyen una masa heterogénea y por lo tanto cabe esperar distintas velocidades de transformación fisicoquímica, así como niveles de degradación biológica. Es por esta razón que con el transcurso del tiempo, pueden producirse desniveles, los que deben corregirse a efecto de permitir el escurrimiento de las aguas así como minimizar las infiltraciones.

Los posibles afloramientos de lixiviado que se puedan producir en la superficie deben ser reparados. Asimismo, el agrietamiento de la superficie producido por los gases de la fermentación requiere de un mantenimiento durante los primeros cinco años del período de postclausura.

La revegetación a implantar requiere de cuidados que significan riego, corte de pasto y reposiciones a efectos de lograr un eficaz manto vegetal que sirva a la consolidación de la cobertura.

Los lixiviados que se generen serán extraídos y captados desde el sumidero perimetral en las zonas de afloramiento.

Los equipos necesarios en la etapa post clausura son:

- un tractor de no menos de 80 HP, con toma de fuerza de tres puntos
- una cortadora de césped de arrastre, de no menos de 1.5 m de ancho,
- dos motoguadañas,
- un acoplado con barandas,
- una motobomba de 50 metros cúbicos por hora de capacidad, con mangueras y accesorios,
- un tanque de ocho metros cúbicos montado sobre un camión, destinado para riego
- una topadora sobre orugas D6.

El suelo necesario para las correcciones de asentamientos diferenciales, agrietamientos y afloramientos de lixiviados será del lugar y compactado con el equipo disponible.

Luego de los cinco primeros años de este período, podrá efectuarse el desmantelamiento del obrador y proceder a programar actividades anuales de mantenimiento, las cuales se desarrollarán en la temporada estival y durante un período de 25 años.

7. CÓMPUTOS Y PRESUPUESTOS

A continuación se presenta el cómputo y presupuesto de las tareas de cierre y clausura de basurales, por localidad.

LAMARQUE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	PRECIO (AR\$) SIN IVA	TOTAL
Tareas Generales					\$ 2.119.455,50
Limpieza de Terreno (acomodo de residuos)	ha	3,10	\$ 8.700,00	\$ 26.970,00	
Excavación (canal, dren pétreo para captación de lixiviados 0,30 m x 0,70 m)	m	580,00	\$ 35,00	\$ 20.300,00	
Excavación (canal perimetral para aguas pluviales) (0,30 m x 0,60 m)	m	600,00	\$ 44,00	\$ 26.400,00	
Suelo para Emparejamiento de Residuos (0,20 m)	m3	3.300,00	\$ 94,35	\$ 311.355,00	
Cobertura de suelo - bentonita (0,30 m)	m3	4.950,00	\$ 298,59	\$ 1.478.020,50	
Sustento suelo vegetal (0,20 m)	m3	3.300,00	\$ 77,70	\$ 256.410,00	
Camino Interno					\$ 45.745,40
Desmante terreno natural	m3	76,00	\$ 77,00	\$ 5.852,00	
Sub Base de Tosca Compactada (e= 0,40)	m3	111,18	\$ 135,00	\$ 15.009,30	
Carpeta Rodamiento Suelo granular (ripió e=015)	m3	76,00	\$ 171,00	\$ 12.996,00	
Relleno de Piedra Granulada para dren de desagüe de camino interno	m3	90,00	\$ 132,09	\$ 11.888,10	
Delimitación del Predio					\$ 226.295,00
Forestación (árbol, hoyo, tutorado)	u	215,00	\$ 113,00	\$ 24.295,00	
Señalización	gl	1,00	\$ 40.000,00	\$ 40.000,00	
Portón Acceso Vehicular	u	1,00	\$ 15.000,00	\$ 15.000,00	
Cerco Perimetral Olímpico	m	300,00	\$ 490,00	\$ 147.000,00	
Monitoreo					\$ 476.732,27
Ejecución de venteo de Gases (caño pvc Ø 110mm)	u	8,00	\$ 6.167,16	\$ 49.337,28	
Provisión y colocación de caños para captación y extracción de lixiviados (caño HDPE Ø300 mm)	u	2,00	\$ 10.177,80	\$ 20.355,59	
Sistema de geodrenes	ml	426,13	\$ 594,16	\$ 253.189,40	
Pozos de monitoreo de aguas subterráneas	u	3,00	\$ 31.000,00	\$ 93.000,00	
Análisis químicos aguas subterráneas y lixiviados (incluye extracción y cadena de custodia)	u	3,00	\$ 7.950,00	\$ 23.850,00	
Control de Asentamientos	u	1,00	\$ 37.000,00	\$ 37.000,00	
TOTAL					\$ 2.868.228,17

LUIS BELTRAN					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	PRECIO (AR\$) SIN IVA	TOTAL
Tareas Generales					\$ 667.253,63
Limpieza de Terreno (acomodo de residuos)	ha	1,40	\$ 8.700,00	\$ 12.180,00	
Excavación (canal, dren pétreo para captación de lixiviados 0,30 m x 0,70 m)	m	210,00	\$ 35,00	\$ 7.350,00	
Excavación (canal perimetral para aguas pluviales) (0,30 m x 0,60 m)	m	227,00	\$ 44,00	\$ 9.988,00	
Suelo para Emparejamiento de Residuos (0,20 m)	m3	631,60	\$ 94,35	\$ 59.591,46	
Cobertura de suelo - bentonita (0,30 m)	m3	947,40	\$ 298,59	\$ 282.884,17	
Sustento suelo vegetal (0,20 m)	m3	3.800,00	\$ 77,70	\$ 295.260,00	
Camino Interno					\$ 26.935,40
Desmante terreno natural	m3	40	\$ 77,00	\$ 3.080,00	
Sub Base de Tosca Compactada (e= 0,40)	m3	80,00	\$ 135,00	\$ 10.800,00	
Carpeta Rodamiento Suelo granular (ripió e=015)	m3	30,00	\$ 171,00	\$ 5.130,00	
Relleno de Piedra Granulada para dren de desagüe de camino interno	m3	60,00	\$ 132,09	\$ 7.925,40	
Delimitación del Predio					\$ 261.355,00
Forestación (árbol, hoyo, tutorado)	u	135,00	\$ 113,00	\$ 15.255,00	
Señalización	gl	1,00	\$ 40.000,00	\$ 40.000,00	
Portón Acceso Vehicular	u	1,00	\$ 15.000,00	\$ 15.000,00	
Cerco Perimetral Olímpico	m	390,00	\$ 490,00	\$ 191.100,00	
Monitoreo					\$ 259.214,92
Ejecución de venteo de Gases (caño pvc Ø 110mm)	u	2,00	\$ 6.167,16	\$ 12.334,32	
Provisión y colocación de caños para captación y extracción de lixiviados (caño HDPE Ø300 mm)	u	1,00	\$ 10.177,80	\$ 10.177,80	
Sistema de geodrenes	ml	205,00	\$ 594,16	\$ 121.802,80	
Pozos de monitoreo de aguas subterráneas	u	2,00	\$ 31.000,00	\$ 62.000,00	
Análisis químicos aguas subterráneas y lixiviados (incluye extracción y cadena de custodia)	u	2,00	\$ 7.950,00	\$ 15.900,00	
Control de Asentamientos	u	1,00	\$ 37.000,00	\$ 37.000,00	
TOTAL					\$ 1.214.758,94