



**Universidad Nacional de la Patagonia  
San Juan Bosco  
Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales  
Licenciatura en Gestión Ambiental**

**PROPUESTA DE INTERVENCIÓN PROFESIONAL**

**LA GESTIÓN DE RESIDUOS ORGÁNICOS EN MINERA CERRO NEGRO  
PERIODO 2021-2022**

**Tesista: Federico Quinteros**

**Tutora: Natalia Vittone**

**Referente Institucional: Federico Quezada**

**Institución involucrada: Newmont Cerro Negro**

**Comodoro Rivadavia, 2022**

## Índice

<b>Identificación y Descripción del problema</b> .....	7
<b>Descripción del Problema</b> .....	7
<b>Marco Analítico</b> .....	9
<b>Concepto de Residuos y su Clasificación</b> .....	18
<b>Generación de Residuos Orgánicos</b> .....	19
<b>Gestión Integral de Residuos</b> .....	21
<b>Compostaje de Residuos</b> .....	23
<b>Marco Normativo: Ley Provincial N° 2829 de Tratamiento y Disposición Final de Residuos Sólidos Urbanos</b> .....	28
<b>Justificación del Proyecto</b> .....	32
<b>Objetivos de la Intervención</b> .....	34
<i>Objetivo General</i> .....	34
<i>Objetivos Específicos</i> .....	34
<b>Metas Esperadas</b> .....	34
<b>Métodos</b> .....	35
<b>Descripción de las Actividades</b> .....	36
<b>Diagnóstico de los procesos de gestión de residuos de Minera Cerro Negro y su relación con la normativa provincial</b> .....	36
<b>Cronograma de la Propuesta de Intervención Profesional</b> .....	47
<b>Impacto Esperado</b> .....	48
<b>Descripción de los Recursos Necesarios</b> .....	49
<b>Consideraciones metodológicas del proceso de evaluación</b> .....	51
<b>Evaluación de Riesgos en el Proceso</b> .....	51
<b>Conclusión</b> .....	54
<b>Bibliografía</b> .....	56
<b>Anexo</b>	
<b>Informe Referente Institucional</b> .....	59

## **Institución Involucrada**

La Minera Cerro Negro se ubica al noroeste de la provincia de Santa Cruz, en el departamento Lago Buenos Aires, aproximadamente a 80 km de la localidad de Perito Moreno. Se emplaza en un área de 21.548 ha. Las coordenadas centrales de la misma son X: 4.805.213,89 / Y: 2.404.034,72 (Gauss Kruger – Faja 2 – Campo Inchauspe).

El distrito Cerro Negro es propiedad de la empresa Goldcorp Inc. desde el año 2010. La historia exploratoria del distrito se remonta al año 1995, cuando la empresa Pegasus Gold International Inc. descubre la veta Eureka como resultado de tareas exploratorias aéreas. Luego la empresa Newcrest S.A adquiere las concesiones correspondientes al sector oeste del distrito (vetas Eureka y Marianas-San Marcos), mientras que la empresa MIM Argentina Exploraciones (MIM) establece concesiones en la zona este del distrito (Vein Zone y alrededores).

Durante los años 1996-1997, estas tres empresas se unen mediante un *jointventure*<sup>1</sup> y realizan algunas perforaciones en la veta Eureka y en Marianas. A fines de 1997, Pegasus Gold International Inc. se retira, por lo que MIM Argentina Exploraciones y Newcrest S.A. (70:30) adquieren el total del distrito Cerro Negro.

Durante el año 2007, fueron realizados los primeros pozos de diamantina en Eureka West que arrojaron resultados alentadores con múltiples intervalos mineralizados. Desde entonces y hasta mediados de 2009, la exploración se focalizó en la veta Eureka.

A principio del año 2010, comenzó la construcción del acceso subterráneo a Eureka West. A mediados de ese año, fue publicado un estudio de factibilidad positivo que incluyó a Eureka West, Bajo Negro y Vein Zone. A fines de 2010, Goldcorp Inc. adquiere el total de las acciones de la empresa Andean Resources por 3,6 billones de dólares. Durante principios de 2011 la empresa publica un total de recursos por 2,7 Moz<sup>2</sup> para las vetas Mariana Central, Mariana Norte y San Marcos, totalizando alrededor de 5 Moz de oro (Au) para el distrito.

---

<sup>1</sup> Joint Venture es una relación jurídica de origen reciente creada por la jurisprudencia norteamericana. Puede describirla como una asociación de personas que buscan llevar a cabo una empresa comercial individual con fines de lucro. El elemento distintivo de la joint venture es su finalidad restringida al desarrollo de un solo negocio, proyecto o empresa (Binstein y Gané, 1989).

<sup>2</sup> Millones de onzas.

Desde entonces y hasta la actualidad Goldcorp Inc. ha mejorado significativamente la infraestructura e intensificado las tareas de exploración en todas las áreas, continuando el acceso subterráneo a Eureka West y construyendo dos nuevos accesos para Mariana Norte y Mariana Central. Además, durante este período se inició la construcción de la planta de procesamiento de mineral en el área de Vein Zone. A finales de 2012, Goldcorp Inc. reevalúa y actualiza el cálculo de reservas a 6,7 Moz de Au equivalente, posicionando a Cerro Negro como uno de los depósitos más importantes a nivel mundial (Permuy Vidal, 2014).

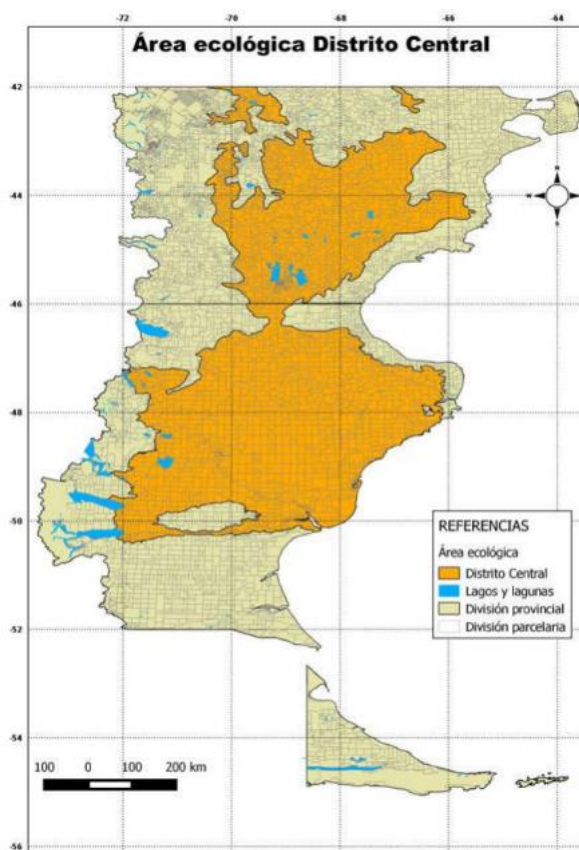
### Imagen N°1. Ubicación de Cerro Negro



Fuente: Google Maps (Google, 2022)

Cerro Negro, a nivel región Patagonia, se ubica en el área ecológica de Meseta Central que constituye, por un lado, un semidesierto dominado por arbustos enanos, entre los cuales se destacan *Nassauvia glomerulosa*, *N. ulicina* y *Chuquiraga aurea*, de altura muy baja (inferior a 30cm). Por otro lado, una estepa arbustiva, siendo las más importantes *Chuquiraga avellanadae* (cuya altura no supera los 50 cm), *Colliguaya integerrima* (con 150 cm de altura) y *Nardophyllum obtusifolium* (con 60 cm de altura). (Ministerio de Agricultura, 2020).

## Imagen N°2. Ubicación de Área ecológica Distrito Central .



Fuente: Ministerio de Agricultura (2020),

Además, Cerro negro está compuesto por 5 minas subterráneas que incluyen Eureka, Mariana Central, Mariana Norte, San Marcos y Bajo Negro, donde el objeto es la extracción de minerales de oro y plata, posteriormente, se realiza el procesamiento de estos minerales en planta de proceso, con el objeto de producir “metal doré” (lingote de aleación oro/plata) para ser comercializado en la fase final.

En cuanto a la producción, la planta de procesos fue diseñada de acuerdo al Código de Seguridad Internacional de Cianuro, cumpliendo estrictamente controles y estándares mecanizados en su planificación y puesta en marcha. Dicho proceso incluye:

- Tratamiento de 4000 toneladas diarias de mineral.
- El proceso cuenta con varias etapas, iniciando con trituración primaria, secundaria y terciaria.
- Molienda mediante molino unitario.
- Lixiviación agitada en tanques, circuito de espesadores de CCD (Counter Current Decantation) y recuperación del cianuro.

- Recirculación de solución cianurada con filtros placa.
- Oxidación y destrucción del cianuro residual y bombeo de pulpa de mineral a depósitos de colas.
- Establecimiento del plan de Monitoreo Post Cierre.

Cerro Negro utiliza como método de procesamiento la conminución<sup>3</sup> y lixiviado. Está certificada para el uso de cianuro y tiene una capacidad de procesamiento de 4.000 toneladas por día. Ingresó en producción comercial el 1 de enero de 2015 y en el año 2021 se produjeron 270.000 onzas (Informe de Sostenibilidad, 2021).

---

<sup>3</sup> Se denomina conminución al proceso de reducción de tamaño de un mineral que permite liberar las especies valiosas contenidas en el mismo y así poder separarlas del material sin valor comercial en sucesivas etapas de concentración.

## **Identificación y Descripción del problema**

### **Descripción del Problema**

En el campo ambiental es posible reconocer que las actividades mineras generan grandes cantidades de residuos sólidos, de los cuales los más importantes en términos de volumen son los estériles<sup>4</sup> y desechos.

Otros residuos sólidos en la industria minera son resultantes de pérdidas del proceso, residuos de las etapas posteriores al procesamiento de los minerales, embalajes de diversos tipos como ser basura de oficinas, laboratorios y talleres, basura doméstica proveniente de comedores y alojamientos y otros tipos de residuos diferentes (Sánchez, 2002).

De acuerdo a Gutiérrez Lozano (2014) los últimos años se ha marcado por un desarrollo en el manejo de los residuos mineros, de la mano de la evolución de la industria, la tecnología y sobre todo al interés en el cuidado y protección ambiental. Entre los primeros métodos de manejo de residuos aún utilizados se encuentran los relaves y las pilas de residuos, consideradas como las técnicas menos favorables a nivel ambiental. Otra técnica de gestión que se le puede dar a los residuos, en especial aquellos de minería a cielo abierto, es la construcción de pilas<sup>5</sup>. A menudo las minas de minerales metálicos de pozo abierto crean grandes excavaciones con al menos iguales volúmenes de pilas de roca residual y exceso del proceso.

A continuación, se detallarán las Corrientes de residuos que se han identificado en la minera. Cerro Negro gestiona los residuos mediante tratamientos para reducir su volumen y se envían a distintas operadoras para que realicen la disposición final. En cuanto a la gestión de los residuos orgánicos y domiciliarios se está llevando a cabo mediante el retiro y descarga en un vertedero a cielo abierto en la ciudad de Las Heras, ubicada a 100 km del proyecto.

---

<sup>4</sup> Se denomina estéril al material sin valor económico extraído para permitir la explotación del mineral útil.

<sup>5</sup> El autor refiere a los residuos acumulados en pilas.

Conforme a la Ley Nacional 25.916 Gestión de Residuos Domiciliarios en su artículo 1 indica “denomínese residuo domiciliario a aquellos elementos, objetos o sustancias que, como consecuencia de los procesos de consumo y desarrollo de actividades humanas, son desechados y/o abandonados”.

A su vez el artículo 4 establece los objetivos que persigue, a saber:

- a) Lograr un adecuado y racional manejo de los residuos domiciliarios mediante su gestión integral, a fin de proteger el ambiente y la calidad de vida de la población;
- b) Promover la valorización de los residuos domiciliarios, a través de la implementación de métodos y procesos adecuados;
- c) Minimizar los impactos negativos que estos residuos puedan producir sobre el ambiente;
- d) Lograr la minimización de los residuos con destino a disposición final.

Sumado a ello lo dispuesto por la Ley Provincial N° 2829 de Tratamiento y Disposición Final de Residuos Sólidos Urbanos, debido a que en el artículo 3 inc. a) se establece expresamente la prohibición en todo el territorio provincial, la disposición final de residuos sólidos urbanos en vertederos a cielo abierto.

Asimismo, la Disposición Provincial N° 343/2020 establece que todo generador de fracción orgánica biodegradable dentro de los llamados Residuos Sólidos Asimilables a Urbanos de actividades industriales que se encuentren fuera de los ejidos urbanos, deberá realizar una separación en origen de esta fracción, su recolección diferenciada y tratamiento in situ a partir de compostaje, vermicompostaje y/o digestión anaerobia con compostaje posterior del digesto.

En este marco descripto es posible afirmar que la problemática central se vincula con el incumplimiento de Cerro Negro en las disposiciones de la mencionada ley en cuanto establece tácitamente sobre el tratamiento y disposición final de los residuos orgánicos.

En este sentido se considera pertinente analizar otros métodos de tratamiento, cuyos procesos y productos finales no generen molestias o peligros a la salud pública o deterioro

al medio ambiente y que sean aprobados, previo informe técnico de las áreas competentes, por los organismos de aplicación correspondientes.

## Marco Analítico

Para la implementación de una correcta gestión integral de los residuos, la caracterización de estos es de suma importancia. Mediante esta se interpreta la generación y se pueden establecer categorías para llevar adelante su correcta clasificación y tratamiento de los residuos.

En todas las etapas del ciclo de la vida, se debe implementar sistemas de clasificación que permitan una correcta disposición de los residuos y posterior tratamiento de estos. Para identificar la naturaleza de los residuos generados en Cerro Negro, y poder establecer una adecuada gestión, se caracteriza la generación de estos mediante la tabla siguiente:

**Tabla N°1 Clasificación de residuos por medio de colores según tipo de residuo.**

CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS			
TIPO <sup>(1)</sup>		EJEMPLOS	
ORGANICOS	Orgánico [VERDE]	Restos de comidas, yerba, vegetales, etc. En caso de utilizarse para elaborar compost, los restos cárnicos deberán segregarse por separado.	
INERTES NO CONTAMINADOS	Inorgánicos	Papeles / cartones [AMARILLO]	Hojas en desuso, restos de cajas, envoltorios, etc.
		Plásticos [AMARILLO]	Envoltorios, artefactos plásticos en desuso, botellas, mangas de ventilación, etc.
		Metales [AMARILLO]	Restos de chatarras, piezas metálicas en desuso, mallas, pernos, llantas, planchuelas de acero, piezas de desgaste de maquinaria vial, picaportes, etc.
		Maderas [AMARILLO]	Restos de pallets, trozos de madera, tacos, moldes en desuso, etc.
		Vidrios [AMARILLO]	Restos de vidrio de ventanas, equipos viales, equipos livianos, frascos,
		Escombros [AMARILLO]	Restos de escombros, roca inerte de mina, restos de hormigón, materiales inertes de construcción, elementos de molindas, probetas de laboratorio, etc.
		Neumáticos [AMARILLO]	Neumáticos de vehículos livianos y pesados.

<b>PELIGROSOS</b>	Y 1. Desechos clínicos resultantes de la atención médica prestada en hospitales, centros de salud humana y animal (patogénicos). [ROJO]	<i>Jeringas, vendas, gasas, apósitos usados, etc.</i>
	Y 3. Desechos de medicamentos y productos farmacéuticos para la salud humana y animal. [ROJO]	<i>Restos de medicamentos usados, vencidos. Recipientes de medicamentos, etc.</i>
	Y 8. Desechos de aceites minerales no aptos para el uso al que estaban destinados. [ROJO]	<i>Aceites usados o contaminados. Sólidos contaminados con Hidrocarburos, etc.</i>
	Y 9. Mezclas y emulsiones de desecho de aceite y agua o de hidrocarburos y agua. [ROJO]	<i>Agua contaminada con hidrocarburos, etc.</i>
	Y 12. Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de tintas, colorantes, pigmentos, pinturas, lacas o barnices. [ROJO]	<i>Tóner, cartuchos de impresión, etc.</i>
	Y 22. Compuestos de Cobre	<i>Big Bag de sulfato de cobre producto del proceso.</i>
	Y 23. Compuestos de Zinc	<i>Latas de zinc.</i>
	Y 29. Mercurio, compuestos de mercurio. [ROJO]	<i>Baterías, acumuladores.</i>
	Y 31. Plomo, compuestos de plomo. [ROJO]	<i>Baterías, acumuladores, nitrato de plomo.</i>
	Y 33. Cianuros inorgánicos. [ROJO]	<i>Restos Cianurados del proceso; recipientes y envoltorios de cianuro; etc.</i>
	Y 34. Soluciones ácidas o ácidos en forma sólida. [ROJO]	<i>Baterías y acumuladores usados.</i>
	Y 48. Materiales diversos contaminados [ROJO]	<i>Recipientes contaminados con hidrocarburos; latas de pintura usadas; guantes contaminados con hidrocarburos; etc.</i>

Fuente: Plan de Manejo Integral de Residuos Cerro Negro (2019)

En cuanto a las cantidades de residuos generados por Cerro Negro, los datos estadísticos que se presentan en la siguiente tabla, expresan los siguientes valores:

**Tabla N°2: Cantidades de residuos generados en Cerro Negro, según tipo de residuos.**

CORRIENTE		UNIDAD	PROMEDIO MENSUAL	ANUAL
Organicos		Kg	31.000	372.017
Maderas		Kg	8.300	99.727
Domiciliarios		Kg	31.240	374.894
Papel/Carton		Kg	3.240	38.887
Plastico		Kg	5.793	69.516
Metales		Kg	25.567	306.812
Mobiliarios		Kg	176	2.116
Mangas		Kg	41	492
Neumaticos		Kg	1.911	22.941
Y1 ( biopatogenicos)		Unidades	28	358
Y8Y9 Liquidos		Kg	75.335	904.030
Y8Y9 Solidos		Kg	9.538	114.460
Y12 (tintas, pinturas, barnices, aerosoles, toners)		Kg	245	2.950
Y23 (Zinc)		Kg	399	4.790
Y29 (tubos fluorescentes, Mercurio)		Kg	10	120
Y31 (Baterias)		Kg	1578	18.939
Y33 (Cianuro)		Kg	4340	52.080
Y34 (Metabisulfito)		Kg	2506	30.080
Suelo contaminado		Kg	20303	243.640

Fuente: Base Anual de Residuos Cerro Negro 2021

Tal como se visualiza en la tabla N°2 se reflejan los valores que arrojan los pesajes de los residuos que son generados en Cerro Negro en el periodo 2021. Estos son generados en la fase de ciclo de vida de operación.

De acuerdo a los datos estadísticos del año 2021, Cerro Negro cuenta con 1193 colaboradores y contratistas campamentados en sitio. Por otro lado, aproximadamente entre 70 y 100 personas ingresan y se retiran de sitio en el día. Generan un promedio mensual de 31.000 kilogramos de residuos orgánicos y un total de 372.017 kg anual.

El área de gestión de residuos rige sus operaciones bajo el Documento interno PROGE.GRE.001 Gestión Residuos. Este procedimiento establece las directrices de gestión de residuos en Cerro Negro Newmont.

En él están vinculados todos los registros que se deben de confeccionar para dejar asentados los movimientos de ingresos / egresos de residuos a la Planta de gestión transitoria de residuos operados por la empresa.

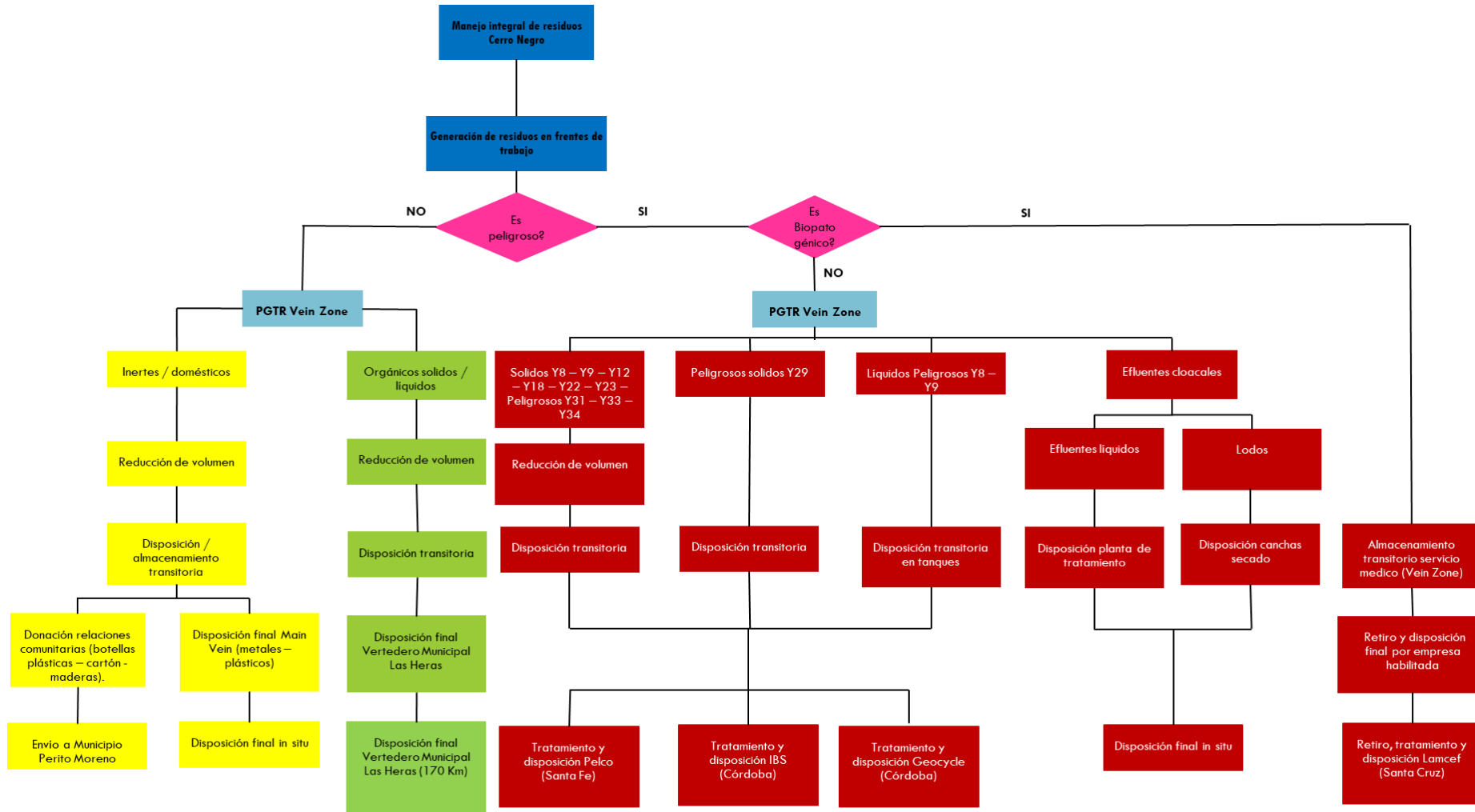
Para los retiros de residuos del yacimiento hacia sitios de tratamiento / disposición final, según la naturaleza de los residuos generados, se labran diversos documentos, a saber:

- Residuos domiciliarios / orgánicos: Pesaje control, salida de activos anexo 1 (PROOP-SPAT-009) y remito control transportista.
- Residuos sólidos / líquidos peligrosos nacional: Pesaje control, manifiestos residuos peligrosos nacionales, manifiestos residuos peligrosos provinciales y salida de activos anexo 1 (PROOP-SPAT-009).
- Residuos sólidos / líquidos peligrosos provincial: Pesaje control, manifiestos residuos peligrosos provinciales y salida de activos anexo 1 (PROOP-SPAT-009).
- Donaciones relaciones comunitarias: Pesaje control, salida de activos anexo 1 (PROOP-SPAT-009) y acta de entrega de materiales labrada por área relaciones comunitarias.

Para poder llevar la trazabilidad de los sectores de generación, ingresos / egresos a la Planta de gestión transitoria de residuos, despachos a tratamiento y disposición final, el área lleva estadísticas donde se deja registro de estos datos. Los responsables de la carga de información son los supervisores de los turnos, estos mantienen actualizada la información en el servidor.

El tratamiento de los residuos generados dentro de yacimiento Cerro Negro y su posterior disposición final, se realiza acorde a la naturaleza que los compone. Para ello se detalla en el flujograma n°1 las corrientes generadas, el tipo de tratamiento transitorio y la disposición final. Posterior se realiza individualmente la gestión de detalle por corriente de residuo detalladamente.

Imagen N° 4 Flujograma Gestión de residuos por corrientes de residuos.



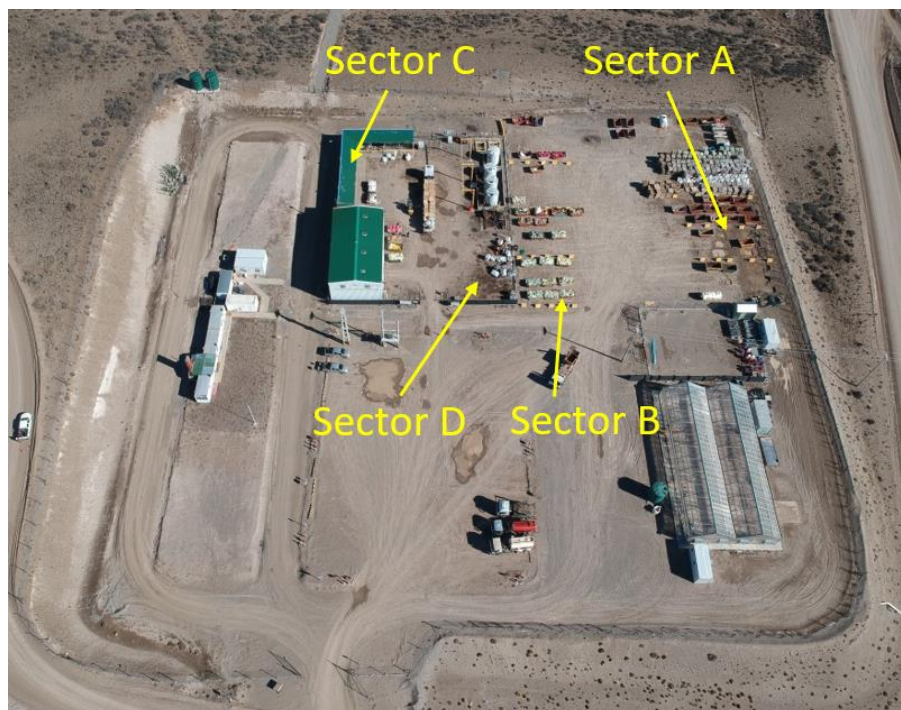
Fuente: Plan de Manejo Integral de Residuos Cerro Negro (2019)

## **Almacenamiento Transitorio de Residuos En Planta de Gestión Transitoria de Residuos**

La planta de Gestión Transitoria de Residuos está situada sobre terreno acondicionado para la instalación de esta dependencia. El terreno sobre el que está dispuesta, cuenta con una selección de arcillas que, al ser compactadas, reducen la capacidad de infiltración de este. Aun así, el sector de gestión de residuos peligrosos posee un diseño ingenieril que hace que el edificio se encuentre sobre una lámina de geomembrana de alta densidad. De esta manera, ante algún derrame que se sucediera, quedaría contenido por acción de la membrana y es conducido por medio de cañerías a un sumidero.

El almacenamiento de los residuos se debe realizar basado en el principio de asegurar las condiciones de protección ambiental y de la salud humana, así como el cumplimiento de lo establecido en la normativa legal aplicable y la política de sustentabilidad de Newmont.

**Imagen N°5: Planta de Gestión de Residuos**



Fuente: elaboración propia

Se cuenta con diversos sectores en los cuales se diversifican las operaciones.

- A. Sector de contenedores vacíos: En el sector A de la fotografía, se delimita el sector de acopio de contenedores vacíos. Estos están separados en calles individuales, donde cada una responde a una corriente de residuos diferente. Estos contenedores están en condiciones operativas, numerados y pintados según el color de la corriente de residuo, listos para utilizarse en las operaciones.
- B. Sector de contenedores llenos: En el sector B de la fotografía, se delimita el sector de acopio de contenedores llenos. Estos están separados en calles individuales, donde cada una responde a una corriente de residuos diferente. Estos contenedores poseen residuos en su interior con buena clasificación y disposición para su gestión transitoria en la Planta de gestión transitoria de residuos (PGTR).
- C. Las instalaciones de gestión de residuos como las celdas de disposición transitoria de residuos peligrosos Y12, Y29, Y31, Y33 e Y34 están techadas. Estas instalaciones, como el predio general, posee un sistema de captación de aguas gravitacionales y efluentes generados en las operaciones de limpieza. Estas aguas son captadas a través de alcantarillas y direccionadas a una cámara tipo skimer.
- D. En cuanto al almacenamiento de los residuos se produce en tres etapas:
- Almacenamiento transitorio primario: Este se ejecuta en el lugar de generación. Las particularidades de este están en función de la actividad que se realiza en el área en particular. Se describe el tipo de envase que se debe utilizar (contenedores pequeños tapados de diferentes capacidades, tipo de material, desechables o no como bolsas plásticas) las condiciones higiénico - sanitarias en sentido general y los medios de protección y seguridad. En dicho sector, deben existir un número suficiente de contenedores que respondan al tipo de residuos que se generan en el área, la demanda de dicha generación y al volumen de residuos generados en el interior de las áreas operativas.
  - Almacenamiento transitorio secundario: Este se ejecuta en los frentes o áreas específicas dentro del área, previo al almacenamiento final. Se define el área de almacenamiento, el o los contenedores que se debe utilizar, las condiciones higiénico – sanitarias, condiciones de seguridad, delimitación, señalización. Los sitios serán diseñados para facilitar el retiro de los contenedores con los camiones porta contenedores, una vez que estos se encuentren en capacidad de retiro.

Para poder realizar el retiro, se deben dar tres condiciones:

- Buena clasificación de residuos: Que no existan mezclas de residuos en el interior de los contenedores de residuos y que los mismos que se encuentran en su interior, sean acordes al color de corriente de residuos que posee el mismo.
- Buena disposición de residuos: Que no exista sobrecarga de residuos en los contenedores o exista sobredimensionamiento de residuos en su interior.
- Contenedores con residuos pasibles a volarse por acción del viento, no deben ser trasladados hasta que no posean redes de contención.

La supervisión de la Planta se encarga de realizar inspecciones semanales de los frentes de generación, puntualmente de los sectores de almacenamiento secundario.

- Almacenamiento terciario o final: Este se aplica a la planta de gestión transitoria de residuos situada en Vein Zone. Esta área está destinada para este fin, es el paso previo al transporte del tratamiento o destino final.

En el caso de los residuos inertes y orgánicos, poseen rutas diferentes de almacenamiento. Para los residuos orgánicos, estos contenedores se acondicionan y pesan, posteriormente son llevados al sector B (ver fotografía n° 3) donde quedan a la espera de su retiro y envío a disposición final.

### **Métodos de Despacho y Transporte de Residuos**

Cerro Negro dentro de los procesos de gestión transitoria de residuos que lleva adelante en las instalaciones de la planta, se destacan procesos de reducción de volumen de los residuos que ingresan a planta de gestión transitoria.

Mediante los procesos de compactación, enfardado y trituración, todos los residuos que ingresan transitoriamente a dicha planta se someten a algunos de estos procesos para lograr un mayor aprovechamiento de los retiros que se hacen al momento de enviarlos a tratamiento.

Los residuos una vez sometidos a los procesos de reducción de volumen y acondicionamiento particular para cada corriente, se deberá de acordar su transporte hasta su sitio de tratamiento, en el caso de los residuos peligrosos y disposición final para los residuos orgánicos, domiciliarios o inertes.

## Tratamiento de Residuos según Corriente

A continuación, se muestra representado en tabla el tratamiento al que es sometida cada una de las corrientes de residuos que se generan en las operaciones de Cerro Negro, como así también los tratamientos a los cuales son sometidos.

**Tabla N°3: Tratamiento de Residuos**

Corriente Residuo	Tipo de Residuo	Operador	Tecnología de Tratamiento
Organicos	Restos de comida/Domiciliarios	Municipalidad de Las Heras	Vertedero
Inertes	Papel/ Carton	Opsa RC-Pgtr	Donación entidad pública para reciclaje
Inertes	Botellas plásticas Plástico a granel	Opsa RC-Pgtr	Donación entidad pública para reciclaje Relleno Main Vein
Inertes	Palet madera Madera a granel	Opsa RC-Pgtr	Donación entidad pública para reciclaje Relleno Main Vein
Inertes	Metales a granel	Pgtr	Relleno Main Vein
Inertes	Escombros	Pgtr	Relleno Main Vein
Inertes	Vidrios	Pgtr	Relleno Main Vein
Y1	Biopatogenicos	Lamcef-Santa Cruz	Eliminación mediante incineración en horno rotativo con disposición de cenizas en horno de seguridad
Y9	Emulsión agua y aceite	Ibs Córdoba	Eliminación mediante Land Farming
Y48 (Y9)	Grasas-aceites	Ibs Córdoba	Eliminación mediante Land Farming
Y48 (Y8Y9)	Suelo contaminado con Hidrocarburos	Ibs Córdoba	Eliminación mediante Land Farming
Y48 (Y8Y9)	Solidos (Epp, mangueras, trapos)	Geocycle	Recuperación mediante Coprocesamiento
Y48 (Y33)	Residuo Cianurado, cajas contenedoras de bricketas	Pelco	Eliminación mediante incineración en horno rotativo con disposición de cenizas en horno de seguridad
Y48 (Y34)	Envoltorios de metabisulfito de Sodio	Geocycle	Recuperación mediante Coprocesamiento
Y48 (Y12)	Pinturas y Toner	Pelco	Eliminación mediante incineración en horno rotativo con disposición de cenizas en horno de seguridad
Y48 (Y23)	Latas de zinc compactadas	Pelco	Eliminación mediante incineración en horno rotativo con disposición de cenizas en horno de seguridad
Y29	Tubos fluorescentes y Mercurio en filtros	Pelco	Estabilización, solidificación mediante macroencapsulado, absorción y neutralización con disposición final en relleno de seguridad
Y48 (Y31)	Baterías	Elpra	Reciclado/ recuperación de metales y compuestos metálicos. Tratamiento fisicoquímico del contenido acido de las baterías.

Fuente: Plan de Manejo Integral de Residuos Cerro Negro (2019)

## **Marco Conceptual**

En el presente acápite se desarrollan los principales tópicos tomados para su análisis que comprende desde el concepto de residuos, su clasificación, generación de residuos orgánicos, la gestión integral de los residuos y el compostaje conceptos que involucran categorías y variables del estudio.

### **Concepto de Residuos y su Clasificación**

Iniciar por la definición de residuos y su clasificación, permite adentrarse en la temática general del estudio, desarrollando desde las diferentes perspectivas de los autores acerca del significado y su distinción.

De acuerdo con Galvis González (2016) las prácticas diarias generadas por actividades doméstica, comercial o industrial, implican una serie de procesos que generan una diversidad de bienes e igualmente de desechos; en principio, se les consideran inservibles y se les denomina residuos.

En palabras de Castells (2009) residuo es “aquella sustancia u objeto generado por una actividad productiva o de consumo, de la que hay que desprenderse por no ser objeto de interés directo de la actividad principal” (p.18).

Es decir que el término de residuos se refiere a cualquier producto o sustancia, resultante de determinadas actividades que ya no tiene más función para la actividad que se generó.

Se conoce que un residuo es todo aquello que se descarta luego del consumo o de una actividad industrial o comercial y que no todos los residuos son iguales y que algunos son más contaminantes o tóxicos que otros, razón por la que requieren de un tratamiento particular (Federovisky, 2019).

En este sentido, Pineda (1998) indica que los residuos pueden ser clasificados por su tipo o estado: líquido, sólido, gaseoso, origen: residencial, comercial, industrial; manejo: peligrosos e inertes y, por último a su composición: orgánicos e inorgánicos (citado por Galvis González, 2016).

En tanto Romero Paredes & Bergua Conde (2013) ofrecen una clara distinción de los residuos:

**Imagen N°6: Distinción de Residuos**

	POR SU ORIGEN	BIODEGRADABILIDAD	CLASIFICACION	RSO/RSI
RESIDUOS SOLIDOS URBANOS (RSU)	DE ORIGEN ORGÁNICO	BIODEGRADABLES	Alimentos preparados	A estos se les clasifica comunmente como <b>Residuos Solidos Orgánicos (RSO)</b>
			Frutas y verduras	
			Cárnicos y Mariscos	
			Papel, cartón y sus derivados	
			Madera y similares	
	INORGÁNICOS	NO BIODEGRADABLES	Plásticos	A estos se les clasifica comunmente como <b>Residuos Solidos Inorgánicos (RSI)</b>
			Llantas y similares	
			Combustibles, lubricantes, pinturas	
			Vidrio	
			Metales	
			Restos de construcción	

Fuente: Romero Paredes & Bergua Conde (2013)

## Generación de Residuos Orgánicos

De acuerdo con Comisión para la Cooperación Ambiental (2017) el concepto de residuos orgánicos refiere a “todo aquel material que proviene de especies de flora o fauna y es susceptible de descomposición por microorganismos, o bien consiste en restos, sobras o productos de desecho de cualquier organismo” (p.4).

Por su parte la Secretaría Distrital de Hábitat (2014) ha señalado que:

Son residuos naturales que se descomponen fácilmente en el ambiente. Entre estos se encuentran: restos de residuos vegetales y alimenticios (cuncho de café), papeles no aptos para reciclaje que no tengan tintas, pasto, hojarasca, estiércoles de la cría de animales domésticos, residuos de cosechas, aserrines puros o con mezclas de excretas animales, líquidos biodegradables, madera, y otros residuos que puedan ser transformados fácilmente en materia orgánica (p.27).

De acuerdo con Sáez & Urdaneta (2014) el manejo de estos residuos tienen una estrecha relación con la salud de la población, se han presentado tres situaciones principales, la primera referida a la transmisión de enfermedades bacteriales y parasitarias tanto por agentes patógenos transferidos por los residuos como por vectores que se

alimentan y reproducen en los residuos; en segundo lugar el riesgo de lesiones e infecciones ocasionados por los objetos punzo penetrantes que se encuentran en los residuos, esta condición pone en alto riesgo la salud de las personas que recuperan materiales en los vertederos; y en tercer lugar la contaminación ocasionada por la quema de residuos, la cual afecta el sistema respiratorio de los individuo.

En esta misma línea Galvis González (2016) indica que la mala disposición de residuos genera deterioro al ambiente repercutiendo de manera directa en la contaminación de fuentes hídricas sea superficiales o subterráneas. Otro efecto negativo calificado por el autor, refiere a la contaminación del suelo, generado por el abandono y la acumulación de residuos, produciendo el envenenamiento de los suelos debido a las descargas de sustancias tóxicas. Un tercer impacto negativo es la contaminación del aire, debido a que los residuos sólidos abandonados en los botaderos a cielo abierto producen infecciones respiratorias e irritaciones nasales y de los ojos, aunado a las molestias que producen los malos olores.

En tanto la Comisión para la Cooperación Ambiental (2017) ha descrito oportunidades para reducir en la fuente la pérdida y el desperdicio de alimentos, así como aumentar la recuperación de excedentes o desechos alimentarios generados por los sectores. En este sentido establece a modo de jerarquía la recuperación de alimentos, a saber:

Figura N°1 Jerarquía de la recuperación de alimentos



Fuente: Comisión para la Cooperación Ambiental (2017)

En este sentido la Secretaría Distrital de Hábitat (2014) indica que “el aprovechamiento de residuos orgánicos representa múltiples beneficios, además que se disminuye la problemática que viven las poblaciones aledañas al relleno sanitario, que en últimas son las personas más afectadas con el mal manejo de los residuos orgánicos” (p.17).

## **Gestión Integral de Residuos**

En términos de Rondón Toro, et al., (2016) “la gestión de residuos sólidos incluye todas las funciones administrativas, financieras, legales, de planificación y de ingeniería involucradas en las soluciones de todos los problemas de los residuos sólidos” (p.30).

Según Moreno, Moral, García Morales, Pascual , & Bernal (2015) la gestión de residuo se entiende como “el conjunto de operaciones encaminadas a darles el destino más adecuado desde el punto de vista medioambiental de acuerdo con sus características (...) que incluye entre otras las operaciones de generación, recolección, almacenamiento, tratamiento, transporte y disposición final” (p.46).

Se entiende por gestión de los residuales a las acciones que deberá seguir las organizaciones dentro de la gestión ambiental, con la finalidad de prevenir y/o minimizar los impactos ambientales que puedan ocasionar los desechos sólidos en particular y por plan de manejo se entiende el conjunto de operaciones encaminadas a darles el destino más adecuado desde el punto de vista medioambiental de acuerdo con sus características, que incluye entre otras las operaciones de generación, recolección, almacenamiento, tratamiento, transporte y disposición final. (Ciclo de vida de los residuales).

Ante ello es posible sostener que las actividades asociadas a la gestión de residuos deben promover la aplicación de una estrategia bajo sólidos principios de evitar, minimizar, tratar y disponer. Este orden significa que, desde el punto de vista ambiental, la mejor alternativa es prevenir, evitando la generación de un residuo Rondón Toro, et al., (2016).

## **Rellenos Sanitarios**

El relleno sanitario es una obra de ingeniería que se desarrolla en un área determinada y como resultado final produce la modificación de la topografía del terreno. Su ejecución brinda un servicio que es la disposición final de los residuos sólidos

producidos por el núcleo urbano. Así mismo, para describirlo se pueden considerar las siguientes características:

- El almacenamiento se realiza de tal forma que evitan molestias y riesgos para la salud pública así como la degradación del medio ambiente.
- El terreno dedicado a vertedero está perfectamente delimitado y cercado.
- Existe un control de accesos, de vehículos y personal.
- No se quema residuo, ni se producen malos olores, la basura está totalmente cubierta. No hay gente escarbando los desechos, existen drenajes de interceptación de aguas superficiales y control sanitario.
- Si tiene las obras de ingeniería adecuadas para el control ambiental de las emisiones de gases, del control y tratamiento de lixiviados, si es que son necesarios, si cuenta con programas de monitoreo ambiental, y si tiene planes de clausura y post-clausura.
- Un aspecto importante para remarcar es que los enterramientos sanitarios posibilitan métodos más complejos de tratamiento y llevan a cabo acciones correctivas en caso de contaminación de las napas, cursos de aguas y/o suelos.

### **Tipos de Rellenos Sanitarios**

Jaramillo (2002) en relación con la disposición final de residuos sólidos, proponen tres tipos de rellenos sanitarios: el relleno sanitario mecanizado, el semi-mecanizado, y el relleno sanitario manual.

La relevancia en su desarrollo, se justifica luego en la elección de la técnica más apropiada para aplicarse en el presente trabajo.

#### *Relleno sanitario mecanizado*

El relleno sanitario mecanizado está especialmente diseñado para grandes localidades con una producción diaria de más de 40 toneladas. Operar este tipo de relleno sanitario requiere el uso de compactadores de residuos sólidos, así como equipos especializados de movimiento de tierras, como tractores de cadena, retroexcavadoras, cargadores y volquetes, etc (Jaramillo, 2002).

### *Relleño sanitario semi-mecanizado*

Cuando la población genera o necesita disponer de 16 a 40 toneladas diarias de residuos sólidos en rellenos sanitarios, se puede utilizar convenientemente maquinaria pesada para apoyar las operaciones manuales de compactación adecuada de los residuos, estabilización de terraplenes y prolongación de la vida útil del relleno sanitario. Un tractor equipado con una pala u hoja excavadora y un cucharón o rodillo para compactación puede ser un equipo adecuado para operar lo que podría llamarse un vertedero semimecanizado. (Jaramillo, 2002).

### *Relleño sanitario manual*

Esta es una adaptación del concepto de rellenos sanitarios en localidades pequeñas, debido a la cantidad y tipo de residuos que generan (menos de 15 toneladas diarias), aunado a sus condiciones económicas, no se puede adquirir maquinaria pesada por su alto costo de operación y mantenimiento (Jaramillo, 2002).

## **Compostaje de Residuos**

De acuerdo a los autores Rondón Toro, Szantó Narea, Pacheco, Contreras, & Gálvez (2016) el compostaje es:

Un proceso de descomposición biológica, por vía aerobia, de la materia orgánica contenida en los residuos sólidos urbanos en condiciones controladas. Las bacterias actuantes son termofílicas, desarrollándose el proceso a temperaturas comprendidas entre 50 y 70°C, lo que produce la eliminación de los gérmenes patógenos y la inocuidad del producto (p.71).

Es decir que el compostaje es un mecanismo mediante el cual “la materia orgánica contenida en los residuos generados se convierte a una forma más estable, reduciendo su volumen y creando un material apto para cultivos y recuperación de suelos” (Romero Rojas, 2012, p.35).

Este proceso conlleva la separación manual o mecanizada de la mayor parte de los metales en el cual la fermentación puede ser natural (al aire libre) o acelerada (en

digestores). En el primer caso tiene una duración de tres meses y de 15 días en el segundo (Rondón Toro, Szantó Narea, Pacheco, Contreras, & Gálvez, 2016).

Por su parte Naranja & Sturm (2020) señalaron que los materiales posibles a emplearse como sustrato orgánico para compostar son:

- Residuos animales: estiércol bovino, caballar, caprino, porcino, aviar y de conejos.
- Residuos vegetales: restos de cosechas, de podas en fruticultura, de actividades forestales, tubérculos, hortalizas, frutas.
- Residuos industriales: restos de semillas o de frutos una vez extraído el elemento esencial, restos de carpintería, resto de maderas procesados.
- Residuos domiciliarios: sólidos orgánicos generados en los hogares.

### **Fases del Compostaje**

Tal como se ha visto el compostaje es un proceso biológico originado en condiciones aeróbicas (presencia de oxígeno), en el cual, con la adecuada humedad y temperatura, se asegura una transformación higiénica de los restos orgánicos en un material homogéneo y asimilable por las plantas (Román, Martínez, & Pantoja, 2013). Los autores mencionados indican sobre las diferentes fases del compostaje se dividen según la temperatura, en:

1. *Fase Mesófila*. El material de partida comienza el proceso de compostaje a temperatura ambiente y en pocos días (e incluso en horas), la temperatura aumenta hasta los 45°C. Este aumento de temperatura es debido a actividad microbiana, ya que en esta fase los microorganismos utilizan las fuentes sencillas de C y N generando calor. La descomposición de compuestos solubles, como azúcares, produce ácidos orgánicos y, por tanto, el pH puede bajar (hasta cerca de 4.0 o 4.5). Esta fase dura pocos días (entre dos y ocho días).

2. *Fase Termófila o de Higienización*. Cuando el material alcanza temperaturas mayores que los 45°C, los microorganismos que se desarrollan a temperaturas medias (microorganismos mesófilos) son reemplazados por aquellos que crecen a mayores

temperaturas, en su mayoría bacterias (bacterias termófilas), que actúan facilitando la degradación de fuentes más complejas de C, como la celulosa y la lignina.

Estos microorganismos actúan transformando el nitrógeno en amoníaco por lo que el pH del medio sube. En especial, a partir de los 60 °C aparecen las bacterias que producen esporas y actinobacterias, que son las encargadas de descomponer las ceras, hemicelulosas y otros compuestos de C complejos. Esta fase puede durar desde unos días hasta meses, según el material de partida, las condiciones climáticas y del lugar, y otros factores.

Esta fase también recibe el nombre de fase de higienización ya que el calor generado destruye bacterias y contaminantes de origen fecal como *Escherichia coli* y *Salmonella spp.* Esta fase es importante pues las temperaturas por encima de los 55°C eliminan los quistes y huevos de helminto, esporas de hongos fitopatógenos y semillas de malezas que pueden encontrarse en el material de partida, dando lugar a un producto higienizado.

3. *Fase de Enfriamiento o Mesófila II.* Agotadas las fuentes de carbono y, en especial el nitrógeno en el material en compostaje, la temperatura desciende nuevamente hasta los 40-45°C. Durante esta fase, continúa la degradación de polímeros como la celulosa, y aparecen algunos hongos visibles a simple vista. Al bajar de 40 °C, los organismos mesófilos reinician su actividad y el pH del medio desciende levemente, aunque en general el pH se mantiene ligeramente alcalino. Esta fase de enfriamiento requiere de varias semanas y puede confundirse con la fase de maduración (Román , Martínez, & Pantoja, 2013).

## **Técnica de Compostaje**

A continuación se procede a desarrollar las técnicas de compostaje, que luego permitirá la elección de la más adecuada para el estudio, según su diseño y características.

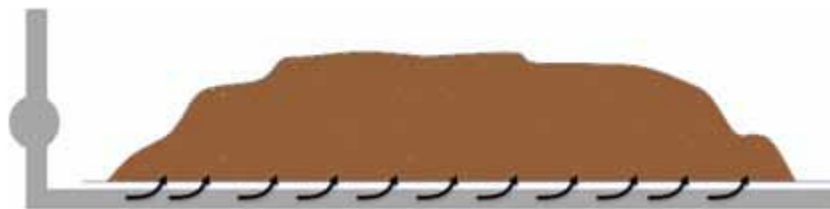
Según Naranja & Sturm (2020) las diferentes técnicas de compostaje se dividen en sistemas abiertos y sistemas cerrados, esto es dependiendo si se realizan al aire libre o se llevan a cabo en recipientes respectivamente. Dentro de los sistemas abiertos se encuentran:

- Compostaje en pilas estáticas con aireación natural: Se realiza en pilas, de altura reducida, y no se mueven durante el compostaje. La ventilación es natural a través de los espacios de la masa a compostar.
- Compostaje en pilas por volteo: La aireación de las pilas de compost se realiza por volteo con volteadoras mecánicas.
- Compostaje en pilas estáticas con ventilación forzada: La pila de fermentación es estática y en su formación se ha dispuesto un sistema mecánico de ventilación por tuberías perforadas o por un canal empotrado en la superficie. Las tuberías se conectan con un ventilador que asegura la entrada de oxígeno y la salida de CO<sub>2</sub>. Esta ventilación puede hacerse por succión o inyección de aire o bien, mediante sistemas alternantes de succión e inyección.

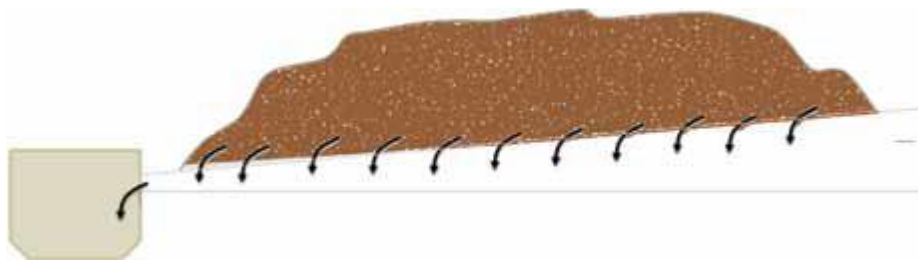
De los sistemas cerrados, los más utilizados son los sistemas de compostaje por reactor, dentro de los cuales se diferencian dos tipos. Se denomina sistema flujo-pistón cuando el material en degradación permanece igual durante todo el proceso. En cambio, si el material es mezclado mecánicamente durante el procesamiento, se lo denomina sistema dinámico (Naranja & Sturm, 2020).

De acuerdo con Román , Martínez, & Pantoja (2013) en los sistemas abiertos, cuando hay una cantidad abundante y variada de residuos orgánicos (sobre 1m<sup>3</sup> o superior), se puede llevar a cabo este tipo de compostaje.

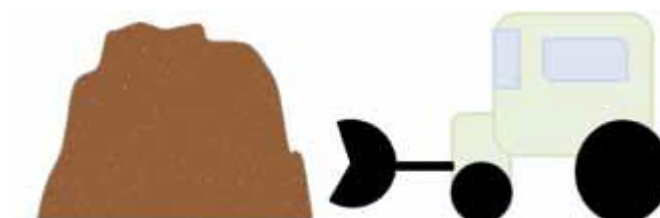
1. Sistema de Aireación forzada en el que se proporciona aire a través de canales construidos en el suelo para así mantener los niveles óptimos de oxígeno.



2. Recolección de lixiviados y su posterior tratamiento.

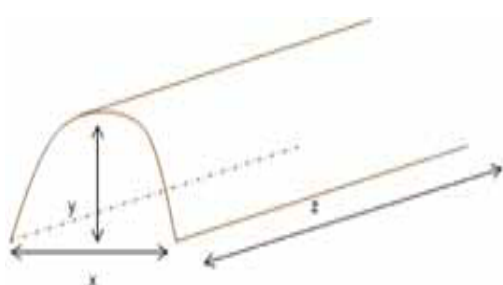


3. Sistema de pilas con volteo mecanizado, utilizando bien sea volteador lateral de tornillo adaptado a tractor, o una pala frontal: en el primer sistema mecanizado la altura de la pila varia con la altura del volteador lateral de tornillo, mientras en el segundo, las pilas pueden alcanzar una altura de tres metros.



***Cálculo de las dimensiones de una pila de compostaje a partir del área disponible para realizar el compostaje***

Román , Martínez, & Pantoja (2013) proponen fórmulas para el cálculo de pilas de compostaje:



En este caso, se utiliza la fórmula del volumen de un paralelepípedo como medida aproximada del volumen de una pila:

$$\text{Volumen paralelepípedo} = x \cdot y \cdot z$$

$$\text{Valor Densidad kg/m}^3 = \frac{\text{kg de Residuos Orgánicos}}{\text{m}^3}$$

Si el limitante es el área donde realizar el compostaje, entonces el valor fijo es el área base (la longitud y ancho de la pila).

<sup>6</sup> Para calcular la densidad del material: se toma un cubo o cubeta de volumen conocido, se pesa el cubo lleno de material sin compactar y se resta el peso del cubo. Por último, se divide este peso del material entre el volumen conocido y así se obtiene la densidad del material.

## Área disponible para pila de compostaje

Área Patio 3m<sup>2</sup> (1,5m x 2m)



Si, por ejemplo, se estima una altura máxima de 1,5m, entonces:

$$\text{Volumen m}^3 = (1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,7) \Rightarrow 3\text{m}^3$$

3m<sup>3</sup> (Densidad: 250 kg/m<sup>3</sup>) corresponde aproximadamente a 750kg de material de partida para compostar.

**Fuente:** (Román , Martínez, & Pantoja, 2013)

## Marco Normativo: Ley Provincial N° 2829 de Tratamiento y Disposición Final de Residuos Sólidos Urbanos

La Ley Provincial N° 2829, entiende por gestión integral de residuos domiciliarios:

Al conjunto de actividades interdependientes y complementarias entre sí que conforman un proceso de acciones para el manejo de residuos domiciliarios, con el objeto de proteger el ambiente y la calidad de vida de la población. La gestión integral de residuos domiciliarios comprende las siguientes etapas: generación, disposición inicial, recolección, transferencia, transporte, tratamiento y disposición final (art. 30).

La Ley Provincial N° 2829, entiende por Residuos Sólidos Urbanos:

Entiéndase por tales a los materiales sólidos o semisólidos que comprenden los desechos de la actividad familiar, como resultado de la preparación de alimentos, desgaste de útiles, muebles, indumentaria, etc., los generados por locales

comerciales tales como materiales provenientes de embalajes, envases (cartones, metales, maderas, vidrios, sogas, plásticos, entre otros) y los desperdicios de establecimientos expendedores de alimentos, los provenientes del servicio de barrido y limpieza de calles, mantenimiento de espacios verdes y jardines (art. 30 inc h).

En tanto, de acuerdo a la normativa, la gestión integral de residuos domiciliarios comprende las siguientes etapas: generación, disposición inicial, recolección, transferencia, transporte, tratamiento y disposición final.

a) Generación: Es la actividad que comprende la producción de residuos domiciliarios.

b) Disposición inicial: Es la acción por la cual el generador deposita o abandona los residuos para su retiro por el servicio de recolección. La disposición inicial podrá ser:

1. General: sin clasificación y separación de residuos.
2. Selectiva: con clasificación y separación de residuos.

c) Recolección: Es el conjunto de acciones que comprende el acopio y carga de los residuos en los vehículos recolectores.

La recolección podrá ser:

1. General: sin discriminar los distintos residuos.
2. Diferenciada: discriminando por tipo de residuo en función de su tratamiento y valorización posterior.

d) Transferencia: Comprende las actividades de almacenamiento transitorio y/o acondicionamiento de residuos para su transporte.

e) Transporte: Comprende los viajes de traslado de los residuos entre los diferentes sitios comprendidos en la gestión integral.

f) Tratamiento: Comprende el conjunto de operaciones que alteran las propiedades físicas, químicas o biológicas de los residuos.

g) Valoración: Se entiende por valorización a todo procedimiento que permita el aprovechamiento de los recursos contenidos en los residuos.

## **Ley N° 3312 de Residuos Domésticos**

En el año 2013 El Poder Legislativo de la Provincia de Santa Cruz Sanciona con Fuerza de Ley N°3312 en el cual establece que:

Artículo 1.- Este sistema será presentado anualmente como Plan de Manejo a la Subsecretaría de Medio Ambiente, si correspondiere, con el convenio suscripto con el Municipio o Comisión de Fomento que se haga cargo de la deposición final de los residuos domésticos.

Artículo 3.- Todo residuo doméstico generado por la empresa debe ser depositado en contenedores plásticos habilitados en las áreas para este uso, individualizados como orgánicos (desechos de origen biológico, que alguna vez estuvo vivo o fue parte de un ser vivo) e inorgánicos (desechos de origen no biológico, de origen industrial o de algún proceso no natural), debiendo encontrarse rotulados con la leyenda “Residuos Domésticos Orgánicos” y “Residuos Domésticos Inorgánicos”, dispuesto siempre en bolsas plásticas de basura y nunca en forma suelta directamente en ellos.

Artículo 4.- La unidad o empresa que sea sorprendida almacenando y/o disponiendo residuos en lugares no autorizados, se le exigirá el retiro de éstos y la rehabilitación de toda el área impactada en forma inmediata a costo de dicha unidad o empresa contratista.

Artículo 5.- El retiro y disposición final desde las áreas generadoras será realizado por la empresa o por quien se convenga contractualmente a su retiro para su traslado al vaciadero municipal o comisión de fomento más cercano; y se desarrollará en observancia a lo establecido en el Artículo 3 de la presente Ley, cada dos días.

Artículo 6.- La administración del contrato referido al servicio de manejo de residuos será responsabilidad del área de asuntos ambientales de la empresa operadora.

La importancia de esta Ley es el establecimiento a las empresas que desarrollen sus actividades fuera del ejido urbano deberán presentar anualmente un Plan de Manejo de Residuos Domésticos ante la Subsecretaría de Medio Ambiente de la Provincia. Por lo cual

adquiere un carácter protagónico junto a la Ley N° 2829 en función del eje que articula todo este proyecto.

## **Disposición Provincial N° 343/2020**

La disposición con fecha de 28 de octubre del 2020 establece:

Que todo generador de fracción orgánica biodegradable dentro de los llamados Residuos Sólidos Asimilables a Urbanos de actividades industriales que se encuentren fuera de los ejidos urbanos, deberá realizar una separación en origen de esta fracción, su recolección diferenciada y tratamiento in situ a partir de compostaje, vermicompostaje y/o digestión anaerobia con compostaje posterior del digesto. -

A los efectos de la presente se entiende por residuo biodegradable a los residuos orgánicos resultantes de la elaboración y consumo de alimentos en campamentos, restos de comedores o servicios de catering, restos de poda, pasto cortado, malezas, flores, hojas y todos otros residuos indicados en el Anexo I.-

La presente tiene por objeto disminuir la cantidad de residuos biodegradables que las actividades industriales envían, con destino a disposición final, a los vertederos de las localidades lindantes a sus operaciones, trasladando el impacto ambiental resultante de su descomposición (gases de vertedero, lixiviados y proliferación de vectores) y en muchas ocasiones externalidades al transferir el costo de gestión a las comunidades receptoras. -

Se establece que se deberá informar en el Plan Anual de Manejo de Residuos previsto por Ley Provincial N° 3.312 la cantidad de fracción orgánica generada, en peso, la cantidad tratada y tipos de tratamiento, características de material resultante y destinos de valoración. Asimismo, se deberán incluir objetivos y metas mensurables de reducción de envío de residuos orgánicos biodegradables a los sitios de disposición final de las comunidades lindantes a sus operaciones. -

Por último, la Ley determina que el tratamiento de los residuos orgánicos biodegradables deberá ser realizado en lugares especialmente acondicionados y habilitados para su tratamiento con métodos científicos y ambientalmente reconocidos.

## **Justificación del Proyecto**

De acuerdo con Martínez Castilla (2003) hablar de minería obliga a referenciar sobre el medio ambiente y a los riesgos a que están expuestas las comunidades locales por las actividades mineras; partiendo de una supuesta dicotomía entre la minería y los derechos sociales y ambientales de las poblaciones en cuyo ámbito opera.

En el campo ambiental es posible reconocer que las actividades mineras generan grandes cantidades de residuos representando uno de los mayores riesgos ambientales. Cabe aclarar que si bien en los últimos años el manejo de los residuos se ha ido transformando para mejorar las técnicas iniciales, cada forma de gestión tiene sus ventajas y desventajas y su aplicación es dependiente del proceso (Sánchez, 2002).

Es decir que la generación de residuos es una parte indisoluble de las actividades que realiza una organización en el cual la gestión residual cobra especial relevancia en tanto son las acciones que deberá seguir las organizaciones dentro de la gestión ambiental, con la finalidad de prevenir y/o minimizar los impactos ambientales que pueden ocasionar los desechos sólidos en particular y por plan de manejo.

Considerando que dentro de las etapas del ciclo de vida de los desechos sólidos (generación, recolección, almacenamiento, tratamiento, transporte y disposición final), las empresas constituyen el escenario fundamental, en el que se desarrollan y se vinculan las diferentes actividades asociadas al manejo de estos. Resulta esencial el tratamiento acertado de los temas y su consideración de forma priorizada en el contexto de las actividades de Gestión Ambiental, a través de los cuales se potencie el establecimiento de esquemas de manejo seguro que garanticen un mayor nivel de protección ambiental.

La propuesta de intervención toma como beneficiarios directos a minera Cerro Negro, debido a que permitirá alinear la gestión de residuos a las normativas provinciales en la que se encuadra la actividad dando tratamiento y disposición final de los residuos sólidos urbanos adecuados a la Ley Provincial N° 2829, Ley 3312 y la Disposición Provincial N° 343.

Al mismo tiempo, se reconoce como beneficiarios indirectos a la población, protegiendo los derechos sociales y ambientales de las poblaciones en cuyo ámbito opera el yacimiento minero Cerro Negro.

Ante lo expuesto, el presente trabajo de intervención abordará la temática de la gestión de residuos orgánicos en Minera Cerro Negro periodo 2021-2022. Motiva al presente trabajo de intervención el diseño de una planta de compostaje dentro del proyecto que permita tratar los residuos orgánicos en sitio y con esto favorecer al cierre de mina cuando haya que forestar áreas impactadas y a comunidades que estén dentro del área de influencia, como es el caso de Perito Moreno, ciudad más próxima al proyecto minero.

## **Objetivos de la Intervención**

### *Objetivo General*

Desarrollar procedimientos de gestión de residuos sólidos urbano para la Minera Cerro Negro conforme a la Ley Provincial N° 2829 de Tratamiento y Disposición Final de Residuos Sólidos Urbanos.

### *Objetivos Específicos*

- Diagnosticar los procesos de gestión de residuos de la Minera Cerro Negro y su relación con la normativa provincial.
- Elaborar una propuesta que contemple el cumplimiento de la normativa a partir de la elaboración de compostaje que permita tratar los residuos orgánicos en sitio.

## **Metas Esperadas**

El presente trabajo de intervención tiene como principal meta el logro de los objetivos generales y específicos propuestos, que pretenden dar respuesta a una problemática actual presentada a la Minera Cerro Negro referida a la gestión de los residuos orgánicos.

Se espera que el proyecto de intervención, a partir de las acciones estratégicas propuestas, conduzca a procedimientos de gestión de residuos orgánicos de Minera Cerro Negro conforme a la Ley Provincial N° 2829 de Tratamiento y Disposición Final de Residuos Sólidos Urbanos, periodo 2021-2022.

## **Métodos**

La metodología de investigación que se utilizará según la naturaleza de los objetivos es la denominada Investigación Descriptiva y Aplicada.

Por otra parte, la investigación es de tipo cualitativa-cuantitativa respecto al uso de la teoría que se utilizará para ajustar sus postulados al mundo empírico; la revisión de la literatura servirá para la búsqueda de variables significativas que puedan ser medidas respecto a la temática de procedimientos de gestión de residuos orgánicos de Minera Cerro Negro conforme a la Ley N° 2829 de Tratamiento y Disposición Final de Residuos Sólidos Urbanos, periodo 2021-2022.

Asimismo, la metodología para el diagnóstico indica los tipos de análisis o técnicas que se podrán utilizar para el logro de los objetivos planteados. Dicho proceso permite obtener datos que luego se transforman en información que será procesada para llevar a cabo el análisis de las distintas viabilidades del proyecto. La metodología se traduce en acciones concretas que implican:

- Recolección y análisis de datos para su posterior procesamiento.
- Análisis de la información y datos relevantes.

El estudio será de campo, ya que se trabajará en el ambiente natural donde se encuentra Minera Cerro Negro. Este tipo de investigación le permitirá al investigador relacionarse directamente con el objeto de estudio y recopilar datos e información sobre la realidad a estudiar.

La interpretación constituirá una explicación de cómo los resultados encajan en el conocimiento existente Hernández Sampieri, Fernández, & Baptista (2013).

Teniendo en cuenta los objetivos de investigación, el presente estudio es de carácter descriptivo. En este sentido Hernández Sampieri, Fernández y Baptista (2013), señalan que el estudio descriptivo “busca especificar las propiedades, características de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis” (p. 117).

## **Descripción de las Actividades**

En el presente apartado se procede a realizar un diagnóstico institucional que permita profundizar en aspectos vinculados a la gestión de procesamientos de residuos de Cerro Negro.

A partir de los resultados hallados se realiza un estudio técnico. Los elementos que compone el estudio técnico son: descripción del proceso productivo, procesos y tecnologías, descripción de las instalaciones necesarias, distribución física, requerimiento de personal y costos.

## **Diagnóstico de los procesos de gestión de residuos de Minera Cerro Negro y su relación con la normativa provincial.**

De acuerdo con el Plan de Manejo Integral de Residuos Cerro Negro (2019) los residuos orgánicos / domiciliarios, son generados en las actividades de catering y hotelería y en menor medida por las áreas operativas de la empresa.

En Cerro Negro las estrategias de tratamiento de residuos se encuadran en planes 3R (reducir, reutilizar, reciclar) como herramienta clave en las áreas generadoras de residuos. Desde allí la importancia de establecer planes de minimización, como una estrategia importante para llevar adelante por la empresa.

Aun así, existiendo estrategias de minimización de residuos en marcha, existe la generación de residuos continua en todos los procesos internos dentro de las operaciones de Cerro Negro.

Para la reducción de volúmenes de residuos la Planta de Gestión Transitoria de Residuos cuenta con tres equipos para tal fin:

- Equipo compactador vertical (fotografía n°1).
- Prensa enfardadora de residuos (fotografía n°2).
- Trituradora de residuos, son empleados para estas tareas (fotografías n° 3).

El personal operativo de la planta, al arribar los residuos, los clasifican y en base a su naturaleza física y química se someten a procesos de compactación o trituración para reducir los volúmenes de estos.

Con estos procesos de reducción de volúmenes, se consigue optimizar el almacenamiento, el transporte y disposición de los residuos procesados.

### Imagen N°7: Maquinaria



Fuente: Elaboración propia

En cuanto a la gestión de los residuos orgánicos, una vez sometidos a los procesos de reducción de volumen y acondicionamiento particular para cada corriente, se debe acordar su transporte hasta su sitio de tratamiento.

Luego, los residuos orgánicos y domiciliarios son acopiados en la Planta de Gestión Transitoria de Residuos, esperan a ser retirados, transportados y dispuestos por parte de una empresa contratista en el vertedero municipal de la ciudad de Las Heras. En esta localidad, la empresa contratista, posee convenios legales con el municipio quien autoriza a esta operación de disposición final.

En cuanto a la operatoria para el retiro de los residuos orgánicos, se desarrollan las siguientes acciones:

- Se controla que los contenedores de este tipo de residuos sean acordes a la corriente. Asegurando de que no exista otro tipo de residuos en su interior tales como peligrosos.
- Se acomoda la carga de residuos y se aplasta la misma para aprovechar de mejor manera el volumen del contenedor.
- Se debe pesar el contenedor para declarar la salida de los residuos y de esta manera tener el dato para las estadísticas de generación.

- La supervisión de PGTR confecciona los documentos para efectuar el retiro la cual debe ser obligatoriamente:
  - Manifiesto control patrimonial Newmont.
  - Manifiesto retiro empresa transportista.
  - Pesaje de contenedores a retirar.
- Se despacha los contenedores con la documentación acompañante que habilite estos retiros, previo, la carga debe ser controlada por seguridad patrimonial.
- El retiro de estos residuos se realiza con equipo portacontenedor con semirremolque para tal propósito. Los equipos que realicen los retiros deben poseer todas las habilitaciones que establezcan los requisitos legales necesarios para el retiro y transporte de estos tipos de residuos.
- Son remitidos al vertedero municipal de la municipalidad de Las Heras, donde se da disposición final.

De acuerdo al análisis es posible señalar que los procedimientos de gestión de residuos se establecen bajo sólidos lineamientos operacionales que mitigan y controlan los riesgos operacionales que se detectan en la evaluación de los mismos. Sin embargo, lo que respecta al tratamiento de residuos sólidos urbanos, este debe adecuarse estrictamente a la Normativa provincial de Santa Cruz: Ley Provincial N° 2829 de Tratamiento y Disposición Final de Residuos Sólidos Urbanos y Disposición Provincial N° 343.

Las mencionadas normativas establecen que los Residuos Sólidos Asimilables a Urbanos de actividades industriales que se encuentren fuera de los ejidos urbanos, deben realizar una separación en origen de esta fracción, su recolección diferenciada y tratamiento in situ a partir de compostaje, vermicompostaje y/o digestión anaerobia con compostaje posterior del digesto.

### **Procedimiento de Generación, manejo y recolección de residuos orgánicos de Cerro Negro**

Se procede a describir los procedimientos establecidos por la empresa para la generación, manejo y recolección de residuos orgánicos, que se indican a continuación:

## Secuencia de Actividades

**Generación,  
manejo  
y recolección de  
residuos  
orgánicos.**

Los residuos orgánicos pueden generarse debido a:

- Post-preparación de alimentos: Los sobrantes de cocina se depositan en botes de plástico de 200 lts. de color verde, que luego serán dispuestos en volquete del mismo color.
- Post-servicio de comensales: Los desechos y sobrantes de este servicio se colocan en botes de 200 lts, que luego serán dispuestos en volquete del mismo color.

Resguardo de los residuos orgánicos.

- Al final del día los residuos orgánicos que se generan en el comedor durante el turno serán colocados dentro de un volquete destinado solo para este residuo donde se almacenarán temporalmente a la espera de ser recolectados por camión porta volquetes y realizar la disposición final correspondiente.

Recolección de residuos orgánicos.

- Camión carga volquete y transporta a PGTR
- Descarga del volquete,
- Chequeo visual del residuo
- Pesaje del volquete en bascula
- Disposición en sector de volquetes aptos para disposición final en PGTR a la espera de traslado fuera de sitio

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo a ello, el presente estudio pretende efectivizar el cumplimiento de la normativa a partir de la elaboración de planta de compostaje dentro del proyecto que permita tratar los residuos orgánicos en sitio.

## Estudio Técnico

El presente apartado tiene por objeto proveer datos que permita cuantificar el monto de inversión requerido para el establecimiento de la planta de compostaje. Los elementos que compondrá el estudio técnico son: Ubicación de la planta de compostaje, descripción del proceso productivo de elaboración del compost, procesos y tecnologías seleccionada, recursos requeridos y costos.

### 1) Ubicación de la Planta de Compostaje

La ubicación de la planta define la factibilidad técnica, en el sentido de las distancias que hay que recorrer, las adversidades que pueden presentarse de acuerdo a su ubicación e infraestructura.

Por consiguiente, se muestra imagen del emplazamiento del sector de compostaje con respectivo análisis y criterio de selección del terreno, evaluado mediante lista de chequeo los aspectos considerados para la selección del mismo.

#### Imagen N°8: Planta de gestión de residuos



Fuente: elaboración propia

**Distancia del Sector de Compostaje:** el botadero se encontraría ubicado en el predio e instalaciones de Cerro Negro, específicamente en la Planta de Gestión Transitoria

de Residuos. La misma está dispuesta a 200 metros del campamento. El terreno disponible para la implementación de la planta queda a 100 Km del casco urbano de Las Heras.

**Aptitud del suelo:** La planta de gestión de residuos está situada sobre terreno acondicionado para la instalación de esta dependencia. El terreno cuenta con una selección de arcillas que reducen la capacidad de infiltración de este.

**Infraestructura existente:** la infraestructura donde se realizará el compostaje se encuentra en condiciones para su uso. Es un terreno plano sin uso.

**Área del terreno y posibilidades de extensión:** El área aproximada del emplazamiento de la planta de gestión de residuos es de 25600 m<sup>2</sup>. En cuanto al área o terreno de compostaje cuenta con medidas de 40 mt largo x 20 mt ancho, es decir 800 m<sup>2</sup>.

## 2) Descripción del proceso productivo de elaboración del compost

A continuación, se describe el proceso productivo que involucra la elaboración del compost:

### *Resguardo de los residuos orgánicos*

- Al final del día los residuos orgánicos que se generan durante el turno serán conducidos a una cama de refrigeración donde se almacenarán temporalmente para proceder a la recolección de estos por parte del proveedor autorizado y realizar la disposición final correspondiente.

### *Recolección de residuos orgánicos*

- Tarar el camión vacío.
- Trasladar el camión a la cámara de refrigeración ubicada en el área de comedor.
- Revisar los tambores (sin bolsas) listos para cargarlos.

### *Transporte de los residuos orgánicos*

- El camión se trasladará para destinar con los tambos de residuos orgánicos.
- Trasladar los tambores con residuos orgánicos al área de composta.

### *Destino de los residuos orgánicos.*

- Los residuos orgánicos de escamoche (bolsas) serán entregados al área de Composta para su manejo.

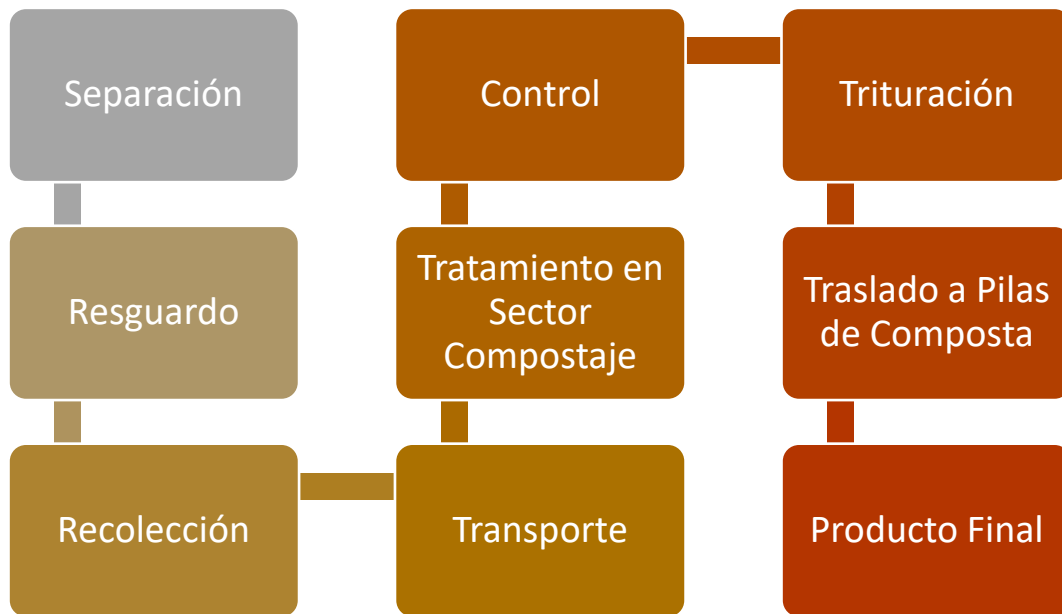
### *Manejo de residuos orgánicos de escamoche (Composta)*

- Se deberá de revisar los residuos orgánicos y asegurar que no contengan residuos sólidos.
- Trituración de los residuos orgánicos.
- Colocación de los residuos en las celdas de compostaje.
- Se deberá realizar un monitoreo o revisión diaria para verificar que la temperatura alcance 70°C.
- Se deberá de rotar la composta al alcanzar la temperatura de 70°C.

Fuente: Elaboración Propia

## Diagrama del Proceso Productivo

A continuación, se presenta en el siguiente diagrama, el proceso productivo para elaboración del compost, a saber:

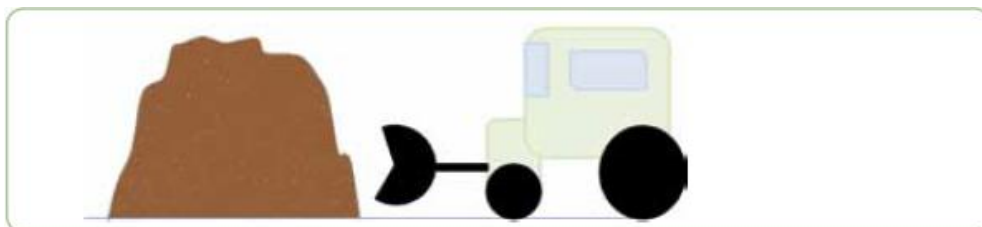


Fuente: Elaboración Propia

### 3) Procesos y Tecnología Seleccionada

#### Sistema de Compostaje: Volteo Mecanizado o En Pilas por Volteo

La técnica de compostaje a realizarse será de sistema abierto con volteo mecanizado. Es decir que la aireación de las pilas de compost se realiza por volteo con volteadoras mecánicas.

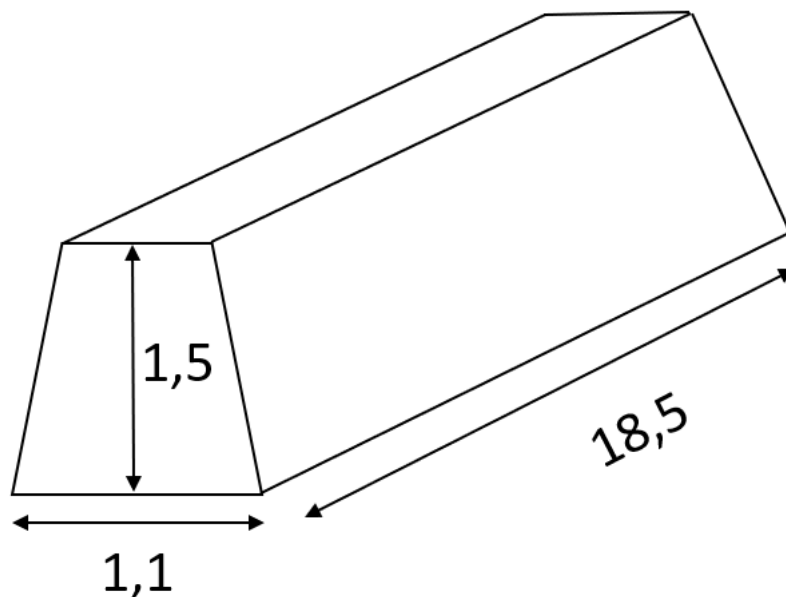


Fuente: Román , Martínez, & Pantoja (2013)

**Cálculo de las dimensiones de una pila de compostaje a partir de la cantidad de material a compostar según área disponible**

Concepto	Valores
Kilogramo de Residuos Mensuales	31.000 kg
Volumen Total de Residuos a compostar	124 m <sup>3</sup>
Medidas del Terreno	40 mt largo x 20 mt ancho
Cantidad de Pilas Mensual	4
Densidad	250kg/m <sup>3</sup>
Ancho de Pila	1,1 mts
Alto de Pila	1,5 mts
Longitud de Pila	18,5 mts

**Dimensiones de Pila de Compostaje**



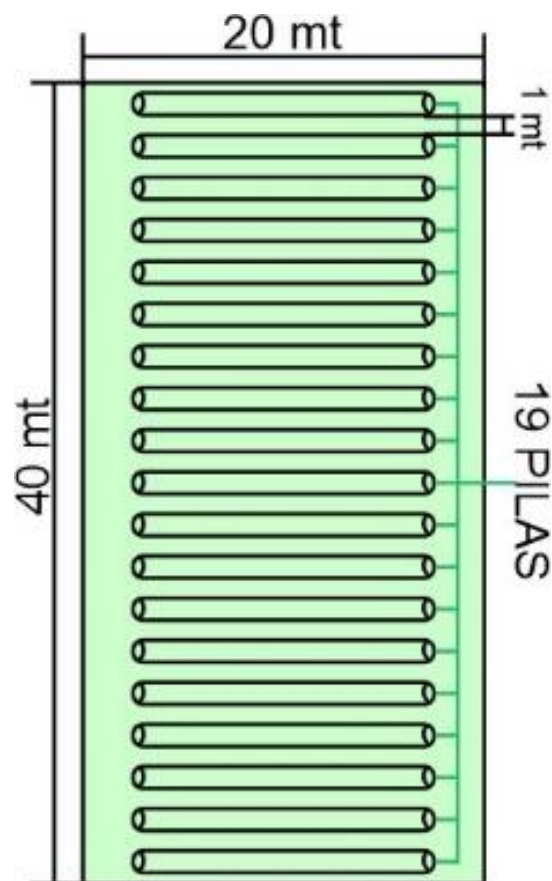
**Fuente: Elaboración propia**

### Dimensiones del terreno requerido para el compostaje

Características	Medidas
Ancho	40 metros
Largo	20 metros
Capacidad de Pilas por Ancho	19 pilas
Espacio entre cada Pila	1 metro
Área Total	800 m <sup>2</sup>

Fuente: Elaboración propia

### Cantidades de Pilas Según Capacidad del Predio



Fuente: Elaboración propia

## Producción de Compost Proyectado

Mes	Semana	Cantidad de Compost m3	de en	Compost Acumulado m3	Peso Kg
<b>Mes 1</b>	Semana 1	30,52		30,52	7.630
	Semana 2	30,52		61,04	7.630
	Semana 3	30,52		91,56	7.630
	<b>Semana 4</b>	30,52		<b>122,08</b>	7.630
<b>Mes 2</b>	Semana 5	30,52		152,60	7.630
	Semana 6	30,52		183,12	7.630
	Semana 7	30,52		213,64	7.630
	<b>Semana 8</b>	30,52		<b>244,16</b>	7.630
<b>Mes 3</b>	Semana 9	30,52		274,68	7.630
	Semana 10	30,52		305,20	7.630
	Semana 11	30,52		335,72	7.630
	<b>Semana 12</b>	30,52		<b>366,24</b>	7.630
<b>Mes 4</b>	Semana 13	30,52		396,76	7.630
	Semana 14	30,52		427,28	7.630
	Semana 15	30,52		457,80	7.630
	<b>Semana 16</b>	30,52		<b>488,32</b>	7.630

**Fuente:** elaboración propia

Se considera que el proceso de compostaje tiene una duración de 12 a 20 semanas aproximada, el estudio ha considerado que la capacidad máxima del área de compostaje para recibir los residuos orgánicos debería ser de 8 semanas y a esto adicionar el volumen que ocuparán las pilas de compost maduro durante otras 8 semanas, esto asumiendo que el proceso de compostaje tenga una duración total de 16 semanas.

Entonces, la capacidad mínima que debe contener el terreno es para **488,32 m<sup>3</sup> de compost**. Dado que la distribución para el preparado se realizará de manera semanal con 31 m<sup>3</sup> de residuos orgánicos (equivalente a una pila), para la semana 16, el predio tendrá un total de 16 pilas armadas. La capacidad del predio es de 19 pilas, es decir, supera los **579 m<sup>3</sup>**.

En ello se considera asignar espacios entre pilas de 1 metro que permita el pase en el área. Las pilas de compost deberían estar cubiertas, ya sea con plástico o preferiblemente contar con una estructura metálica y tejas. Para prevenir la saturación de humedad en las pilas durante los meses de invierno o daños en la calidad del compost debido a condiciones ambientales adversas.

### Infraestructura Final

Parámetros	Valor	Unidades
Cantidad de residuos generados anualmente	372.017	Kilogramos
Tiempo máximo almacenamiento del compost	3	meses
Tiempo de procesamiento de compost	4	meses
Altura de la pila	1,5	Metros
Ancho de la pila	1,10	metros
Largo de la pila	18,5	metros
Área Total de compostaje	579	metro <sup>3</sup>

**Fuente:** Elaboración propia

**Cronograma de la Propuesta de Intervención Profesional**

		<b>PERIODO DE LA PROPUESTA-</b>											
		Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12
<b>ETAPAS</b>	<b>Actividades</b>												
<b>Etapa de Construcción</b>	Aprobación del Proyecto por parte de la Empresa												
	Autorización y disposición de zona de Construcción												
	Preparado e Instalaciones de zona de Compostaje												
	Circuito de separación, tratamiento de residuos												
<b>Etapa de Ejecución</b>	Preparación de pilas de compostaje.												
	Capacitación al personal												
	Evaluación de resultados del proyecto. 1er control												
<b>Etapa de Control del Proyecto</b>	Acciones Correctivas												
	Evaluación de resultados del proyecto. 2do control												
	Acciones Correctivas												
	Comunicación a la Empresa												

**Fuente: Elaboración propia**

## **Impacto Esperado**

A partir del proyecto propuesto se espera que la empresa ponga en marcha la instalación de planta de compostaje y a su vez continúe con el desarrollo de planes de reducción, reutilización y reciclado de los residuos generados por las diversas actividades a partir de la planta de compostaje.

Se propone que el producto final o el uso de la composta, se destine en algunas de las siguientes opciones:

- a) Vivero
- b) Donaciones
- c) Reforestación
- d) Educación Ambiental

En líneas generales la propuesta del trabajo apunta a dar cumplimiento a disposiciones nacionales y provinciales sobre la gestión de residuos mediante el método de compostaje en el cual, cuyos procesos y productos finales no generan molestias o peligros a la salud pública o deterioro al medio ambiente y se encuentran aprobados por las disposiciones legales y Subsecretaría de Medio Ambiente.

Ante ello se espera que, a partir de la propuesta se logre disminuir la cantidad de residuos biodegradables que la propia actividad industrial genera, mediante tratamiento in situ, reduciendo los costos y transferencias de gestión tanto a comunidades como a localidad receptora hasta el momento.

De esta manera, se espera dar cumplimiento al marco normativo, que a su vez acompañe a este el desarrollo de un Plan Anual de Manejo de Residuos previsto por Ley Provincial N° 3.312 informando la cantidad de fracción orgánica generada, en peso, la cantidad tratada y tipos de tratamiento, características de material resultante y destinos de valoración.

## Descripción de los Recursos Necesarios

### Insumos

Con el fin de analizar los costes económicos de un proceso de compostaje, se deben estimar los costos de los insumos que se utilizarán en el proceso de producción, embalaje, distribución del producto que se pronostique elaborar:

Equipamiento/Tecnología			
Concepto	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Removedora de Compost	1	\$3.926.360 (19060 usd)	\$3.926.360 (19060 usd)
Bolsa Raffia Contenedor	30	\$755,00	\$22.650,00
			<b>\$ 3.949.010,00</b>

\*Los valores se encuentran estimados en moneda argentina en periodo Mayo 2022

### Costos Salariales

La siguiente tabla indica el salario mínimo de acuerdo al Convenio Colectivo de trabajo<sup>7</sup> del sector de minero en nuestro país.

Recursos Humanos						
Concepto	Unidad	Cantidad	Salario bruto	Carga social	Salario neto	Valor total
1 operario de máquina trituradora	mes	1	\$ 366.319,98	\$ 53.225,98	\$ 313.094,00	\$ 366.319,98
1 operario de transporte	mes	1	\$ 366.319,98	\$ 53.225,98	\$ 313.094,00	\$ 366.319,98
1 operario de maquina removedora	mes	1	\$ 366.319,98	\$ 53.225,98	\$ 313.094,00	\$ 366.319,98
<b>Total</b>						<b>\$ 1.098.959,94</b>

\*Los valores se encuentran estimados en moneda argentina en periodo Mayo 2022

<sup>7</sup> Cálculo realizado según CCT del Sector Minero.

## Inversión Total del Proyecto

<b>Inversión Total</b>	
<b>Activos fijos</b>	
<b>Rubros</b>	<b>Costos</b>
Equipamiento y Tecnología	\$ <b>3.949.010,00</b>
<b>Total</b>	\$ <b>3.949.010,00</b>
<b>Capital de trabajo</b>	
Nómina	\$ <b>1.098.959,94</b>
<b>Total</b>	\$ <b>5.047.969,94</b>
<b>Total Inversión</b>	\$ <b>5.047.969,94</b>

\*Los valores se encuentran estimados en moneda argentina en periodo Mayo 2022

## **Consideraciones metodológicas del proceso de evaluación**

Se proponen los siguientes procesos de evaluación que permitan el control sobre procedimientos y resultados del proyecto:

### **Evaluación de Riesgos en el Proceso**

El área de gestión de residuos de Cerro Negro debe identificar mediante la evaluación de las hojas de seguridad de los productos de los que devienen los distintos tipos de residuos, los riesgos de impacto potencial que estos pudieran generar.

Las áreas operativas de Cerro Negro deben entregar las hojas de seguridad de los productos que generan residuos en sus operaciones. De esta manera el área de gestión de residuos puede llevar adelante la evaluación de riesgos potenciales y así establecer medidas de control que mitiguen a los mismos.

El área deberá contemplar los riesgos en las operaciones de gestión de residuos desde la generación hasta la disposición final. En la confección de la matriz de aspectos e impactos ambientales, se deberán evaluar las operaciones y en ellas involucrar los riesgos potenciales de la gestión de los diversos tipos de residuos. Esto hace que, al momento de establecer herramientas de control o controles de mitigación, se consideren el control de los puntos críticos en la gestión de estos.

Los procedimientos de gestión de residuos establecen los lineamientos operacionales que mitigan y controlan los riesgos operacionales que se detectan en la evaluación de los residuos. Por lo que, los operadores deberán capacitarse y respetar los procedimientos PROOP.GRE 001 (Transporte de Residuos), PROGE.GRE 001 (Gestión de Residuos) y procedimientos de elaboración de compost.

### **Prevención de Accidentes en Manipulación de Residuos.**

El personal que manipule residuos contara con los epp adecuados (elementos de protección personal), estará entrenado y capacitado sobre los residuos a manipular, con el fin de minimizar los riesgos que se puedan generar en la manipulación de estos.

## Inspecciones

El personal de supervisión de Planta de Gestión Transitoria de Residuos será responsable de llevar adelante inspecciones de los frentes de generación, más puntualmente en los sectores de almacenamiento y tratamiento de compostaje. Los supervisores establecerán un cronograma, el mismo mostrará los responsables, las frecuencias y pilas que deben ser inspeccionados por los mismos.

## Manejo de Riesgos Ambientales en la Etapa de Construcción

Etapa de Construcción/Operación	
Impacto Ambiental	Acciones de Manejo
Emisión de olores ofensivos	Si bien el sistema abierto de compostaje no se necesita un tratamiento tecnológico del aire, hay emisiones olfatorias fuertes durante las dos primeras fases de descomposición y cada vez que se remueve el material. Esto se puede minimizar con métodos sencillos y económicos, como ser: <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Cubrir los lechos o pilas de material con una capa fina de compost grueso (5 a 10cm).</li><li>▪ Si los olores son muy fuertes, es conveniente el uso de microorganismos eficientes que se consiguen de manera comercial en forma líquida y sirven para el control de este problema.</li></ul>
Contaminación del suelo y acuíferos por mala disposición de los residuos.	La acción para controlar este impacto, se hará realizando la compactación del suelo con una base de arcilla de 0.1m y una prueba de impermeabilidad de 70% Proctor, lo cual, evitara la migración de lixiviados a los niveles freáticos del suelo.
Riesgo de enfermedades en los trabajadores de la planta.	Es conveniente recurrir mediante acciones preventivas con el uso del personal de equipos de protección personal, con lo siguiente: <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Mameluco</li><li>▪ Máscaras de protección</li><li>▪ Guantes de seguridad adecuados, debidamente certificados</li><li>▪ Cofias (gorros de tela)</li><li>▪ Casco</li></ul>

	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Botas de protección.</li></ul>
Ruido por el transporte de los residuos	Las horas de recolección de los residuos deberían ser preferiblemente en la mañana, cuando no afecte las horas de sueño o de descanso de sus habitantes del campamento.

Fuente: Elaboración Propia

## **Conclusión**

Al inicio del presente trabajo se propuso Desarrollar procedimientos de gestión de residuos para la Minera Cerro Negro conforme a la Ley Provincial N° 2829 de Tratamiento y Disposición Final de Residuos Sólidos, en tanto, establece la prohibición en todo el territorio provincial, la disposición final de residuos sólidos urbanos en vertederos a cielo abierto.

En tal sentido el presente estudio ha considerado pertinente aplicar otros métodos de tratamiento, cuyos procesos y productos finales no generen molestias o peligros a la salud pública o deterioro al medio ambiente y que sean aprobados, previo informe técnico de las áreas competentes, por la Subsecretaría de Medio Ambiente.

En base a ello, el primer procedimiento desarrollado fue la realización de un diagnóstico de los procesos de gestión de residuos de Minera Cerro Negro y su relación con la normativa provincial. Con los resultados de este se conocieron que los procedimientos de gestión de residuos se establecen bajo sólidos lineamientos operacionales que mitigan y controlan los riesgos operacionales que se detectan en la evaluación de los residuos. Sin embargo, lo que respecta al tratamiento de residuos sólidos urbanos, este debe adecuarse estrictamente a la Normativa provinciales de Santa Cruz: Ley Provincial N° 2829 de Tratamiento y Disposición Final de Residuos Sólidos Urbanos y Disposición Provincial N° 343. Las mencionadas normativas establecen que los Residuos Sólidos Asimilables a Urbanos de actividades industriales que se encuentren fuera de los ejidos urbanos, deben realizar una separación en origen de esta fracción, su recolección diferenciada y tratamiento in situ a partir de compostaje, vermicompostaje y/o digestión anaerobia con compostaje posterior del digesto.

Estos resultados permitieron avanzar con el siguiente objetivo específico de estudio buscando elaborar una propuesta que contemple el cumplimiento de la normativa a partir de la elaboración de planta de compostaje dentro del proyecto que permita tratar los residuos orgánicos en sitio. En base a ello la propuesta de trabajo analizó la aplicación de un proyecto de instalación de planta de compostaje mediante un estudio técnico, el que ha logrado determinar la ubicación de la planta de compostaje, descripción del proceso productivo de elaboración del compost, procesos y tecnologías seleccionada, recursos requeridos y costos. El plan se propone realizarse en un plazo de doce meses, en donde se contempla principalmente la utilización y aprovechamiento de los recursos físicos,

maquinarias e instalaciones del que dispone la organización. Consecuentemente se contempla los recursos económicos y materiales en el que se deberá invertir para su ejecución.

El estudio ha permitido desarrollar propuestas de reducción, reutilización y reciclado de los residuos generados por las diversas actividades a partir de la planta de compostaje, proponiendo que el producto final o el uso de la composta ,se destine en algunas de las siguientes opciones: Vivero, Donaciones, Reforestación y Educación Ambiental.

De acuerdo a ello es posible afirmar que el estudio espera generar determinado impacto. En líneas generales la propuesta del trabajo apunta a dar cumplimiento a disposiciones nacionales y provinciales sobre la gestión de residuos mediante el método de compostaje en el cual, cuyos procesos y productos finales no generan molestias o peligros a la salud pública o deterioro al medio ambiente y se encuentran aprobados por las disposiciones legales y Subsecretaría de Medio Ambiente.

Ante ello se espera que, a partir de la propuesta se logre disminuir la cantidad de residuos biodegradables que la propia actividad industrial genera, mediante tratamiento in situ, reduciendo los costos y transferencias de gestión tanto a comunidades como a localidad receptora hasta el momento.

Finalmente, y de acuerdo a lo expuesto anteriormente, se recomienda la ejecución del proyecto, debido a que se observan las condiciones necesarias para su concreción considerando que es apto para generar beneficios a la empresa.

## Bibliografía

- Binsteint , G., & Gané, G. (1989). *Algunas notas sobre las "joint ventures"*. Buenos Aires: Ministerio de Justicia y Derechos Humanos. Obtenido de [http://www.saij.gob.ar/doctrina/daca890058-binsteint-algunas\\_notas\\_sobre\\_las.htm](http://www.saij.gob.ar/doctrina/daca890058-binsteint-algunas_notas_sobre_las.htm)
- Castells, X. (2009). *Reciclaje de Residuos Industriales* (Segunda Edición ed.). Madrid: Diaz de Santos. Obtenido de [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=8yWSZEBQsXgC&oi=fnd&pg=PR3&dq=concepto+de+residuos+y+su+clasificacion&ots=m4W58rQe31&sig=df5\\_8sC3YOlR8MYUE9cdcXZQmzg#v=onepage&q=concepto%20de%20residuos%20y%20su%20clasificacion&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=8yWSZEBQsXgC&oi=fnd&pg=PR3&dq=concepto+de+residuos+y+su+clasificacion&ots=m4W58rQe31&sig=df5_8sC3YOlR8MYUE9cdcXZQmzg#v=onepage&q=concepto%20de%20residuos%20y%20su%20clasificacion&f=false)
- Comisión para la Cooperación Ambiental. (2017). *Caracterización y gestión de los residuos orgánicos en América del Norte*,. Montreal: Comisión para la Cooperación Ambiental. Obtenido de <http://www3.cec.org/islandora/en/item/11770-characterization-and-management-organic-waste-in-north-america-white-paper-es.pdf>
- Disposición N° 343. (2020). *Disposiciones Sintetizadas SEA*. Santa Cruz: Boletín Oficial. Gobierno de la Provincia de Santa Cruz. Obtenido de <https://www.santacruz.gob.ar/boletin/21/Junio21/SUP.%20B.O.%20N%205570%2024-06-21.pdf>
- Galvis González, J. (2016). Residuos sólidos: problema, conceptos básicos y algunas estrategias de solución. *Revista Gestión y Región*, 22(1), 7-28. Obtenido de <https://revistas.ucp.edu.co/index.php/gestionregion/article/view/149/146>
- Goldcorp Cerro Negro. (2015). *GoldcorpCerro Negro*. GoldcorpCerro Negro. Obtenido de <https://www.casarosada.gob.ar/pdf/VC%20-%20Proyecto%20Minero%20Cerro%20Negro.pdf>
- Google. (2022). *Google Maps*. Obtenido de <https://earth.google.com/web/@-46.88225601,-69.97202673,693.34802454a,228030.76648057d,30.00000011y,0h,0t,0r>
- Gutiérrez Lozano, E. (2014). *Manejo de Residuo en Minería. La regulación como herramienta de desarrollo*. Bogotá: Universidad de los Andes. Obtenido de <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/17204/u703667.pdf>
- Hernández Sampieri, R., Fernández, C., & Baptista, L. (2013). *Metodología de la investigación* (Sexta Edición ed.). Mexico: McGraw Hill.
- Jaramillo, J. (2002). *Una solución para la disposición final de residuos sólidos municipales en pequeñas poblaciones*. Colombia: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente. Obtenido de <https://estrucplan.com.ar/guia-para-el-diseno-03-el-relleno-sanitario-parte-1/>

- Ley 2829. (2005). *Tratamiento y Disposición Final de Residuos Sólidos Urbanos*. Rio Gallegos: Boletín Oficial. Obtenido de [http://www.saij.gob.ar/legislacion/ley-santa\\_cruz-2829-tratamiento\\_disposicion\\_final\\_residuos.htm?bsrc=ci](http://www.saij.gob.ar/legislacion/ley-santa_cruz-2829-tratamiento_disposicion_final_residuos.htm?bsrc=ci)
- Martínez Castilla, Z. (2003). *Guías prácticas para situaciones específicas: manejo de riesgos y preparación para respuestas a emergencias mineras*. Santiago de Chile: División de Recursos Naturales e Infraestructura de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Obtenido de <https://www.cepal.org/es/publicaciones/6417-guias-practicas-situaciones-especificas-manejo-riesgos-preparacion-respuestas>
- Martinez, J. (2005). *Guía Para la Gestión Integral de Residuos Peligrosos. Fundamentos Tomo I*. Montevideo: Centro Coordinador del Convenio de Basilea para América Latina y el Caribe.
- Ministerio de Agricultura, G. y. (2020). *Método de Evaluación de Pastizales en Patagonia Sur*. Buenos Aires: INTA, Centro Regional Patagonia Sur. Obtenido de [https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta\\_metodos\\_evaluacion\\_pastizales\\_patagonia\\_sur\\_110820.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_metodos_evaluacion_pastizales_patagonia_sur_110820.pdf)
- Moreno, J., Moral, R., García Morales, J., Pascual, J., & Bernal, P. (2015). *De Residuo a Recurso. El Camino hacia la sostenibilidad* (Mundi Prensa ed.). Madrid: Red Española de Compostaje. Obtenido de <https://books.google.com.ar/books?id=dNysBwAAQBAJ&pg=PA46&lpg=PA46&dq=el+conjunto+de+operaciones+encaminadas+a+darles+el+destino+m%C3%A1s+adecuado+desde+el+punto+de+vista+medioambiental+de+acuerdo+con+sus+caracter%C3%ADsticas,&source=bl&ots=v5oKjGojN3&sig>
- Naranja, S., & Sturm, A. (2020). *Proyecto de inversión para la creación de una planta de producción de compost en la ciudad de Mar del Plata*. Mar del Plata: Universidad Nacional de Mar del Plata. Facultad de Ingeniería. Obtenido de <http://rinfi.fi.mdp.edu.ar/xmlui/handle/123456789/465>
- Newmont Cerro Negro (2022) Informe de sostenibilidad 2021. Obtenido de Newmont [https://s24.q4cdn.com/382246808/files/doc\\_downloads/sustainability/2021-report/newmont-2021-sustainability-report.pdf](https://s24.q4cdn.com/382246808/files/doc_downloads/sustainability/2021-report/newmont-2021-sustainability-report.pdf)
- Permyu Vidal, C. (2014). *Caracterización detallada de la mineralización en veta Eureka, y su comparación con otras mineralizaciones del Distrito Cerro Negro, Macizo del Deseado, Santa Cruz, Argentina*. Santa Cruz: Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Ciencias Naturales y Museo. Tesis Doctoral. Obtenido de <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/36121>
- Román, P., Martínez, M., & Pantoja, A. (2013). *Manual de Compostaje del Agricultor*. Santiago de Chile: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Oficina Regional para América Latina y el Caribe. Obtenido de <https://www.fao.org/3/i3388s/I3388S.pdf>
- Romero Paredes, R., & Bergua Conde, M. (2013). *Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos de la Ceda*. Mexico: Tetra Tech Inc. Obtenido de

[https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fbiblioteca.semarnat.gob.mx%2Fjanium%2FDocumentos%2FCiga%2FLibros2013%2FCD002575.pdf&psig=AOvVaw2lIi8kjKvexXnaLfm\\_reM0&ust=1646945632068000&source=images&cd=vfe&ved=0CAwQjhqFwoTCMDP7eT0ufYCFQAAAAAdAAAAABAD](https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fbiblioteca.semarnat.gob.mx%2Fjanium%2FDocumentos%2FCiga%2FLibros2013%2FCD002575.pdf&psig=AOvVaw2lIi8kjKvexXnaLfm_reM0&ust=1646945632068000&source=images&cd=vfe&ved=0CAwQjhqFwoTCMDP7eT0ufYCFQAAAAAdAAAAABAD)

- Romero Rojas, S. (2012). *Estudio de Factibilidad de Implementación de una Planta Municipal de Compostaje para el Aprovechamiento de los Residuos Sólidos Orgánicos en UNE CUNDINAMARCA*. Bogotá: Universidad Santo Tomás. Obtenido de <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/2417>
- Rondón Toro, E., Szantó Narea, M., Pacheco, J., Contreras, E., & Gálvez, A. (2016). *Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios*. Santiago de Chile: Naciones Unidas. Obtenido de [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40407/1/S1500804\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40407/1/S1500804_es.pdf)
- Rondón Toro, E., Szantó Narea, M., Pacheco, J., Contreras, E., & Gálvez, A. (2016). *Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios*. Santiago: Naciones Unidas. Obtenido de <https://www.cepal.org/es/publicaciones/40407-guia-general-la-gestion-residuos-solidos-domiciliarios>
- Sáez, A., & Urdaneta, J. (2014). Manejo de residuos sólidos en América Latina y el Caribe. *Revista Omnia*, 20(3), 121-135. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/737/73737091009.pdf>
- Sánchez, L. (2002). *Manejo de Residuos Sólidos en Minería*. Montevideo: UNESCO. Obtenido de [https://pmb.parlamento.gub.uy/pmb/opac\\_css/index.php?lvl=notice\\_display&id=41171](https://pmb.parlamento.gub.uy/pmb/opac_css/index.php?lvl=notice_display&id=41171)
- Secretaría Distrital de Hábitat. (2014). *Guía Técnica para el Aprovechamiento de Residuos Orgánicos a través de Metodologías de Compostaje y Lombricultura*. Bogotá: Secretaría Distrital de Hábitat y Universidad Nacional de Colombia. Obtenido de [https://www.uaesp.gov.co/images/Guia-UAESP\\_SR.pdf](https://www.uaesp.gov.co/images/Guia-UAESP_SR.pdf)

# Anexo

## ANEXO 3

### Informe Final del Referente Institucional

#### Departamento de la Carrera de Gestión Ambiental – FHCS- UNPSJB

Autoras: Lic. Anna Svoboda y Mg. Susana Vidoz

A continuación se presenta un modelo de informe final sugerido para facilitar la tarea del Referente Institucional, sin embargo algunas instituciones/organizaciones o el mismo Referente pueden contar con sus propios formatos para este fin, los que también podrán ser utilizados.

Asimismo, cabe destacar que las características de los aspectos actitudinales y aptitudinales responden al perfil del egresado.

#### 1. Aspectos actitudinales

Se evaluará la actitud hacia el aprendizaje, la demanda y sistematización de los datos y la relación con otros profesionales cuyos aportes sean necesarios para la elaboración de la *Intervención Profesional*.

Evaluación	
Satisfactorio <input checked="" type="checkbox"/>	Insatisfactorio <input type="checkbox"/>
Justificación/Comentarios Federico presento una actitud de liderazgo en el recorrido de todo el proyecto, su interrelación con las personas y con la temática de trabajo fue eficaz.	

#### 2. Aspectos aptitudinales: aplicación profesional y tareas desarrolladas

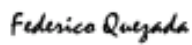
Se evaluará la autonomía en la ejecución de las tareas, la utilización de herramientas disponibles, la pertinencia del diagnóstico obtenido, las vinculaciones entre los objetivos de la *Intervención* y las actividades propuestas para alcanzar los mismos, la optimización de los recursos requeridos y el impacto esperado de la implementación de la *Intervención Profesional*.

Evaluación	
Satisfactorio <input checked="" type="checkbox"/>	Insatisfactorio <input type="checkbox"/>
<b>Justificación/Comentarios</b> Federico fue totalmente autónomo y profesional en todo momento, El objetivo planteado fue consecuente con la calidad del resultado obtenido, siendo este un aprendizaje que a futuro para potenciar sus habilidades como profesional de la temática ambiental.	

### 3. Beneficios y Dificultades

Se agregarán comentarios sobre los beneficios y las dificultades de la posible aplicación de la PIP en el ámbito correspondiente.

<b>Beneficios:</b> Cerro Negro hoy en día presenta riesgos en cuanto a la gestión integral de residuos, pero también presenta grandes oportunidades de mejora, en este sentido la realización de una propuesta de realización de compostaje en sitio le brindara a Cerro Negro un valor agregado en la gestión de residuos con énfasis en el aprovechamiento de un residuo como materia prima, como puede ser mejoramiento de suelo.
<b>Dificultades:</b> se deben tener en consideración que para ejecutar un proyecto de esta indoles, requerirá una inversión aprobada por parte de la corporación, en la que incluye recursos materiales, humanos y económicos. Al ser un proyecto nuevo, también se requiere obtener previamente los permisos ambientales necesarios para tal fin. Al ser una prueba piloto, solo se debe incluir en la actualización del EIA de Cerro Negro, no requerirá una aprobación previa del proyecto.

DocuSigned by:  
  
 BF0F764F781C44D...  
 Superintendente de Medio Ambiente

**Certificado de finalización**

Identificador del sobre: 164523F1CD5E42B192022FE6F3839E1D	Estado: Completado
Asunto: Aquí tiene su documento firmado: Reglamento intervencion profesional LIGA_con anexos.pdf	
Sobre de origen:	
Páginas del documento: 12	Firmas: 1
Páginas del certificado: 2	Iniciales: 0
Firma guiada: Desactivado	Autor del sobre:
Sello del identificador del sobre: Desactivado	Federico Quezada
Zona horaria: (UTC-08:00) Hora del Pacifico (Estados Unidos y Canadá)	686 Burrard Street
	Suite 3400
	Vancouver, BC V6C 2X8
	Federico.Quezada@newmont.com
	Dirección IP: 181.209.67.253

**Seguimiento de registro**

Estado: Original	Titular: Federico Quezada	Ubicación: DocuSign
13/11/2022 13:47:49	Federico.Quezada@newmont.com	

**Eventos de firmante**

Federico Quezada  
 Federico.Quezada@newmont.com  
 Goldcorp Inc  
 Nivel de seguridad: Correo electrónico,  
 Autenticación de cuenta (ninguna)

**Firma**

DocuSigned by:  
  
 Federico Quezada  
 6F3F34F7B1C44D...  
 Adopción de firma: Estilo preseleccionado  
 Utilizando dirección IP: 181.209.67.253

**Fecha y hora**

Enviado: 13/11/2022 13:48:04  
 Visto: 13/11/2022 13:48:22  
 Firmado: 13/11/2022 14:02:35  
 Firma de formulario libre

**Información sobre confidencialidad de registros y firmas electrónicas:**  
 No ofrecido a través de DocuSign

<b>Eventos de firmante en persona</b>	<b>Firma</b>	<b>Fecha y hora</b>
---------------------------------------	--------------	---------------------

<b>Eventos de entrega al editor</b>	<b>Estado</b>	<b>Fecha y hora</b>
-------------------------------------	---------------	---------------------

<b>Eventos de entrega al agente</b>	<b>Estado</b>	<b>Fecha y hora</b>
-------------------------------------	---------------	---------------------

<b>Eventos de entrega al intermediario</b>	<b>Estado</b>	<b>Fecha y hora</b>
--	---------------	---------------------

<b>Eventos de entrega certificada</b>	<b>Estado</b>	<b>Fecha y hora</b>
---------------------------------------	---------------	---------------------

<b>Eventos de copia de carbón</b>	<b>Estado</b>	<b>Fecha y hora</b>
-----------------------------------	---------------	---------------------

Federico Quinteros federico.quinteros@newmont.com Newmont Corporation Nivel de seguridad: Correo electrónico, Autenticación de cuenta (ninguna)	<b>Copiado</b>	Enviado: 13/11/2022 14:02:37 Visto: 13/11/2022 14:03:39
---	----------------	--

**Información sobre confidencialidad de registros y firmas electrónicas:**  
 No ofrecido a través de DocuSign

<b>Eventos del testigo</b>	<b>Firma</b>	<b>Fecha y hora</b>
----------------------------	--------------	---------------------

<b>Eventos de notario</b>	<b>Firma</b>	<b>Fecha y hora</b>
---------------------------	--------------	---------------------

<b>Eventos de resumen de sobre</b>	<b>Estado</b>	<b>Marcas de tiempo</b>
------------------------------------	---------------	-------------------------

Sobre enviado	Con hash/cifrado	13/11/2022 13:48:04
Certificado entregado	Seguridad comprobada	13/11/2022 13:48:22
Firma completada	Seguridad comprobada	13/11/2022 14:02:35
Completado	Seguridad comprobada	13/11/2022 14:02:37