CENTRO DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS ARICA

PERMISO AMBIENTAL SECTORIAL 140
PLANTA DE COMPOSTAJE

Documento Preparado por:

Esparza & Vega
Ingenieros Consultores

Analytica
Chañar

Agosto 2025

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN 3
2. GENERALIDADES 5
3. CONTENIDOS TÉCNICOS Y FORMALES GENERALES 6
3.1. A.1 DESCRIPCIÓN Y PLANOS DEL SITIO 6
3.1.1. DESCRIPCIÓN DEL LUGAR DE EMPLAZAMIENTO DE LA INSTALACIÓN DE RESIDUOS 9
3.2. A.2 DESCRIPCIÓN DE VARIABLES METEOROLÓGICAS RELEVANTES 16
3.2.1. CLIMA Y METEOROLOGÍA. 16
3.2.2. VELOCIDAD DEL VIENTO. 19
3.3. A.3 ESTIMACIÓN Y CARACTERIZACIÓN CUALITATIVA Y CUANTITATIVA DE LOS RESIDUOS A TRATAR 21
3.3.1. FASE CONSTRUCCIÓN 22
3.3.2. FASE OPERACIÓN 24
3.3.3. FASE DE CIERRE 27
3.4. A.4 DISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO QUE INCLUYA DIAGRAMA DE FLUJO Y LAS UNIDADES Y EQUIPAMIENTO 29
3.4.1. DIAGRAMA DE FLUJO 29
3.4.2. DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INSTALACIÓN DE MANEJO DE RESIDUOS 30
3.4.3. CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS DE LA INSTALACIÓN 34
3.5. A.5 FORMAS DE ABATIMIENTO DE EMISIONES Y DE CONTROL Y MANEJO DE RESIDUOS 37
3.5.1. FASE CONSTRUCCIÓN 38
3.5.2. FASE OPERACIÓN 38
3.5.3. FASE DE CIERRE 38
3.6. A.6 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE MANEJO DE RECHAZOS 39
3.6.1. CONTROL AL INGRESO DE RESIDUOS Y CRITERIOS DE RECHAZO 39
3.6.2. GESTIÓN DE RECHAZOS GENERADOS EN EL PROCESO PRODUCTIVO 40
3.7. A.7 PLAN DE VERIFICACIÓN Y SEGUIMIENTO DE LOS RESIDUOS A SER TRATADOS Y RECHAZADOS 40
3.8. A.8 – A9 PLAN DE CONTINGENCIAS Y PLAN DE EMERGENCIA 42
3.8.1. OBJETIVO 42
3.8.2. PLAN DE CONTINGENCIA Y EMERGENCIA 42
4. CONTENIDOS TÉCNICOS Y FORMALES TRATÁNDOSE DE PLANTAS DE MANEJO DE RESIDUOS ORGÁNICOS 56
4.1. c.1 - DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA PERIMETRAL DE INTERCEPCIÓN Y EVACUACIÓN DE ESCORRENTÍAS SUPERFICIALES 56
4.1.1. DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES DE DISEÑO. 56
4.1.2. PLANO Y CARTOGRAFÍA QUE GRAFIQUE EL EMPLAZAMIENTO DE LAS OBRAS REQUERIDAS DENTRO DEL PREDIO. 56
4.2. c.2 - DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE RECOLECCIÓN Y EVACUACIÓN DE LAS AGUAS QUE PRECIPITEN SOBRE LA PLANTA 56
4.2.1. DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS DE IMPERMEABILIZACIÓN 57
4.2.2. DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES DE DISEÑO CONSIDERADAS EN EL SITIO 57

4.2.3. DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS DE RECOLECCIÓN, EVACUACIÓN O DESCARGA DE AGUAS LLUVIAS 58
4.2.4. PLANO Y CARTOGRAFÍA DEL ÁREA DE TRATAMIENTO 59
4.3. c.3 - DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA 61
4.3.1. IDENTIFICACIÓN, UBICACIÓN GEORREFERENCIADA Y PROFUNDIDAD (M) DE LOS POZOS DE MONITOREO 61
4.3.2. PLANO CON LA UBICACIÓN DE LOS POZOS DE MONITOREO 62
4.3.3. PARÁMETROS DE INTERÉS SANITARIO INCLUIDOS EN EL MONITOREO, FRECUENCIA DE MUESTREO Y PERIODICIDAD DE INFORMES 62
4.3.4. CARACTERIZACIÓN DE LA CALIDAD BASAL DEL AGUA SUBTERRÁNEA EN EL ÁREA DE EMPLAZAMIENTO DE LA PLANTA, PREVIO A SU INSTALACIÓN Y OPERACIÓN 62
4.4. c.4 - PROGRAMA DE CONTROL DE PARÁMETROS CRÍTICOS DE LA OPERACIÓN DE LA PLANTA. 62
4.4.1. DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES OPERACIONALES QUE SE UTILIZARÁN PARA CONTROLAR EL PROCESO DE TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS 63
4.4.2. IDENTIFICACIÓN DE LAS ACCIONES O MEDIDAS QUE SE APLICARÁN Y FORMAS DE CONTROL PARA NO SUPERAR LA CAPACIDAD DE TRATAMIENTO DIRECTO DE LA PLANTA 63

ANEXOS

ANEXO 01. LAYOUT GENERAL
ANEXO 02. PLANO DESCRIPCIÓN DEL SITIO
ANEXO 03. PLANOS DE COMPOSTAJE
ANEXO 04. MECÁNICA DE SUELOS
ANEXO 05. LÍNEA BASE HIDROLÓGICA
ANEXO 06. PLANO EMPLAZAMIENTO DE POZOS DE MONITOREO

1. INTRODUCCIÓN

El proyecto "**Centro de Gestión Integral de Residuos Arica"** contempla, entre sus instalaciones operativas, una **Planta de Compostaje** destinada al tratamiento de residuos domiciliarios orgánicos, restos provenientes de ferias y mercados, así como residuos vegetales derivados de podas. Durante las fases de construcción, operación y cierre, esta planta generará residuos sólidos asimilables a domiciliarios (RSD) y residuos sólidos industriales no peligrosos (RSINP). En función de ello, el proyecto considera la habilitación de áreas específicas para el almacenamiento temporal de estos residuos, conforme a las exigencias técnicas y normativas aplicables, asegurando una gestión adecuada y segura durante todo el ciclo de vida del proyecto.

Considerando lo anterior, la planta de compostaje requiere tramitar el Permiso Ambiental Sectorial (PAS), establecido en el artículo 140 del Título VII del D.S. Nº40/2012 del Ministerio de Medio Ambiente, Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (RSEIA), correspondiente al "**Permiso para la construcción, reparación, modificación y ampliación de cualquier planta de tratamiento de basuras y desperdicios de cualquier clase, o para la instalación de todo lugar destinado a la acumulación, selección, industrialización, comercio disposición final de basuras y desperdicios de cualquier clase**", cuya norma fundante está contenida en el artículo 79º y 80º del Decreto con Fuerza de Ley Nº725, del año 1967, del Ministerio de Salud Pública, Código Sanitario.

Los requisitos para su otorgamiento consisten en que las condiciones de saneamiento y seguridad eviten un riesgo a la salud de la población.

A continuación, se presentan los contenidos técnicos y formales para acreditar el cumplimiento del presente Permiso Ambiental Sectorial, de acuerdo lo estipulado en el artículo 140 del RSEIA y sus literales aplicables:

a) Generales:

a.1. Descripción y planos del sitio.
a.2. Descripción de variables meteorológicas relevantes.
a.3. Estimación y caracterización cualitativa y cuantitativa de los residuos a tratar.
a.4. Diseño de la planta de tratamiento que incluya diagrama de flujo y las unidades y equipamiento.
a.5. Formas de abatimiento de emisiones y de control y manejo de residuos.
a.6. Descripción del sistema de manejo de rechazos.
a.7. Plan de verificación y seguimiento de los residuos a ser tratados y rechazados.
a.8. Plan de contingencias.
a.9. Plan de emergencia.

c) Tratándose de plantas de manejo de residuos orgánicos, además de lo señalado en las letras desde a.1 hasta a.9

c.1 Descripción del sistema perimetral de intercepción y evacuación de escorrentías superficiales.

c.2 Descripción del sistema de recolección y evacuación de las aguas que precipiten sobre la planta.
c.3 Descripción del sistema de monitoreo de la calidad del agua subterránea.
c.4 Programa de control de parámetros críticos de la operación de la planta.

2. GENERALIDADES

Como se indicó anteriormente, la planta de compostaje contempla la habilitación de áreas para el almacenamiento temporal de los residuos asimilables a domiciliarios y residuos industriales no peligrosos generados durante su construcción, operación y cierre, para las cuales es necesario solicitar el Permiso Ambiental Sectorial establecido en el artículo 140, del Reglamento del SEIA.

En términos generales, durante la fase de construcción de la planta de compostaje los residuos se almacenarán temporalmente en una batea para luego ser dispuestos en el frente de trabajo del relleno sanitario que se encontrará operativo. A su vez en la fase de operación se habilitarán áreas de acopio para los residuos generados por las actividades de la planta de compostaje y un patio de acopio, donde se almacenarán los residuos provenientes de otros lugares y que serán tratados en la Planta de compostaje tales como:

- Residuos domiciliarios orgánicos
- Restos de feria y mercados
- Restos de poda

Durante la fase de operación del proyecto, la planta de compostaje recibirá como materia prima los residuos previamente mencionados. Estos serán sometidos a un proceso controlado de transformación biológica, mediante el cual se degradarán y estabilizarán, dando como resultado un producto final: compost de calidad apto para su uso como mejorador del suelo.

Cabe destacar que los residuos gestionados en la planta de compostaje no serán generados por las actividades propias del Centro de Gestión Integral de Residuos Arica, sino que serán recepcionados desde fuentes externas. Entre estas se incluyen empresas gestoras de residuos, municipalidades, recicladores de base y otros actores vinculados a la gestión de residuos orgánicos. Esta operación se enmarca en los lineamientos de la Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos (ENRO), impulsada por el Ministerio del Medio Ambiente, que promueve la valorización de la fracción orgánica de los residuos sólidos como medida clave para avanzar hacia una economía circular y reducir la disposición final en rellenos sanitarios.

3. CONTENIDOS TÉCNICOS Y FORMALES GENERALES

3.1. A.1 DESCRIPCIÓN Y PLANOS DEL SITIO

El proyecto Centro de Gestión Integral de Residuos Arica se desarrollará en un predio de propiedad privada ubicado en el kilómetro 2.630 de la Avenida Capitán Ávalos (Ruta 5), en la Región de Arica. El terreno cuenta con una superficie total de 100 hectáreas, de las cuales 31,93 hectáreas han sido destinadas específicamente para la implementación del proyecto. Este centro contempla diversas instalaciones orientadas a la gestión integral de residuos, entre las que se incluye una planta de compostaje destinada al tratamiento de residuos sólidos domiciliarios, restos de feria y mercado, así como residuos vegetales derivados de podas.

En este contexto, el presente Permiso Ambiental Sectorial 140 (PAS 140) tiene por objetivo establecer las medidas técnicas y operacionales necesarias para prevenir riesgos sanitarios asociados a la operación de la **planta de compostaje**, resguardando la salud de las personas y la protección del medio ambiente. El PAS se enmarca en los lineamientos exigidos por la autoridad sanitaria y constituye una herramienta clave para asegurar el cumplimiento de la normativa vigente en materia de manejo y tratamiento de residuos.

Con el propósito de complementar la descripción territorial y facilitar la comprensión del emplazamiento del proyecto, a continuación, se presenta una imagen satelital del predio donde se desarrollará el Centro de Gestión Integral de Residuos Arica. Esta visualización permite apreciar la localización estratégica del terreno en relación con las principales vías de acceso, así como su integración con el entorno geográfico y urbano de la comuna de Arica.

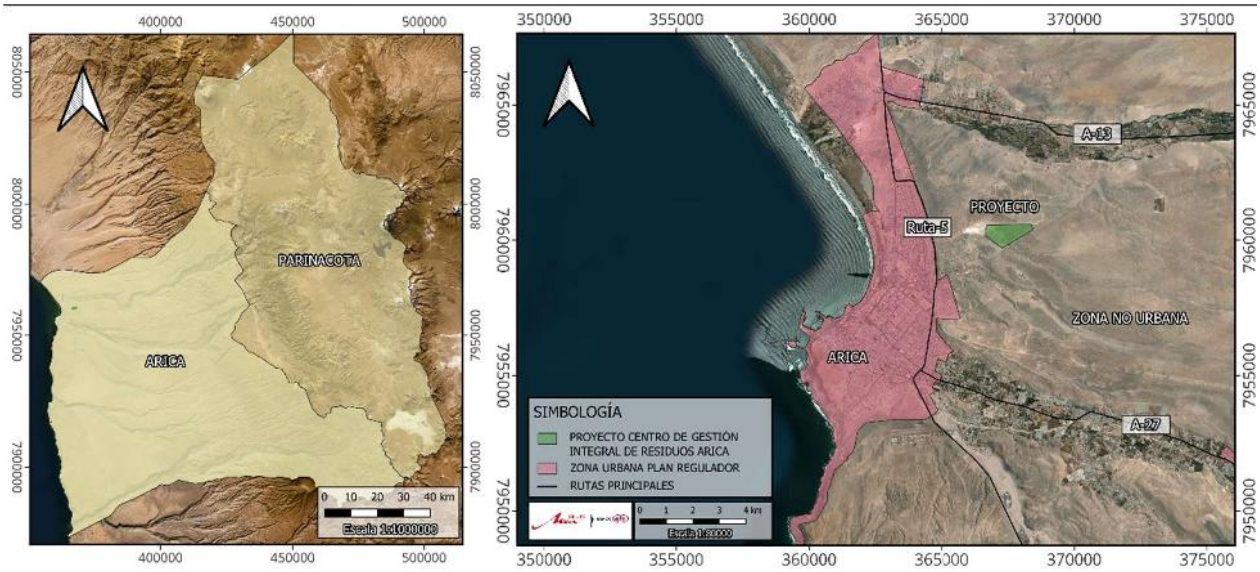


Figura 1. Ubicación Centro de Gestión Integral de Residuos Arica

Las coordenadas geográficas de los vértices que delimitan el predio donde se emplazará el proyecto Centro de Gestión Integral de Residuos Arica referidas al datum WGS 84, se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 1. Coordenadas UTM de vértice (Datum WGS 84 Huso 19-K)

Cuadro de Coordenadas y Vértices del Predio		
Vértice	**U.T.M (Norte)**	**U.T.M (Este)**
V1	7.960.581	368.378
V2	7.960.380	368.447
V3	7.959.706	367.285
V4	7.960.163	366.670
V5	7.960.374	366.651
V6	7.960.556	366.726

Fuente: Elaboración propia

Para una mejor comprensión del uso del terreno destinado al proyecto, a continuación, se presenta una imagen que muestra la distribución general de las instalaciones contempladas en el Centro de Gestión Integral de Residuos Arica. Esta representación permite visualizar la disposición espacial de cada componente del centro dentro del predio de 31,93 hectáreas, destacando la relación funcional entre las distintas unidades operativas proyectadas.



Figura 1. Instalaciones relacionadas con la gestión de residuos del proyecto

N°	Zonas	Simbología
1	Zona de instalaciones administrativas y operacionales	
2	Zona de compostaje	
3	Zona de reciclaje	
4	Zona de disposición de residuos	
5	Zona de almacenamiento de lixiviados	

Como se visualiza en la figura anterior, la Planta de Compostaje se emplaza en el sector poniente del área habilitada para el desarrollo del proyecto, dentro de los límites del predio ubicado en el kilómetro 2.630 de la Avenida Capitán Ávalos (Ruta 5). Su localización estratégica dentro del recinto facilita la accesibilidad para el ingreso de residuos y el desplazamiento interno hacia otras instalaciones del centro, optimizando así la eficiencia operativa del sistema de tratamiento integral.

A continuación, se detallan las coordenadas geográficas de los vértices que delimitan la superficie de la planta de reciclaje, referidas al datum WGS 84, las cuales permiten identificar con precisión su emplazamiento dentro del área proyectada.



Figura 2. Planta de compostaje

Tabla 2. Cuadro de coordenadas planta de compostaje

Cuadro de Coordenadas		
Punto #	**U.T.M (Norte)**	**U.T.M (Este)**
1	7960269,24	366931,23
2	7960278,21	366949,11
3	7960251,39	366962,56

4	7960242,42	366944,68
5	7960232,48	366939,11
6	7960240,21	366967,58
7	7960138,58	366995,14
8	7960130,86	366966,67

A fin de complementar esta descripción, se adjuntan como anexo los siguientes elementos gráficos:

- **Anexo 01**. Layout general.
- **Anexo 02**. Plano de ubicación del proyecto.
- **Anexo 03**. Planos de la planta de compostaje.

La zona de compostaje ha sido diseñada considerando criterios de eficiencia operativa, seguridad ambiental y cumplimiento normativo. Su operación se enmarca dentro de la legislación ambiental y sanitaria vigente, incorporando los lineamientos establecidos por la Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos (ENRO) y demás regulaciones aplicables, con el fin de asegurar una gestión responsable y sustentable de los residuos orgánicos.

3.1.1. DESCRIPCIÓN DEL LUGAR DE EMPLAZAMIENTO DE LA INSTALACIÓN DE RESIDUOS

3.1.1.1 ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

En **Anexo 04** del presente Permiso Ambiental Sectorial (PAS), se presenta un estudio de mecánica de suelos del sitio. Se destaca un extracto de la permeabilidad y capacidad de soporte del sueño.

3.1.1.1.1 Ensayos de nivel variable o ensayo porchet

La norma NCh 3610:2020 Geotecnia – Determinación de la conductividad hidráulica saturada de campo establece cuatro métodos para estimar la conductividad hidráulica saturada en suelos donde no se detecta nivel freático dentro del rango de exploración.

De los métodos indicados en esta norma, se empleará el ensayo de nivel variable, también conocido como ensayo Porchet.

Este procedimiento consiste en llenar con agua una cavidad de diámetro d y profundidad H, midiendo el descenso del nivel del agua a lo largo del tiempo. En el punto específico donde se desea estimar la conductividad hidráulica en terreno, se debe excavar un cilindro dentro de la calicata, cuyas dimensiones se ajusten a los lineamientos establecidos en la NCh 3610:2020, los cuales dependen del tamaño máximo de las partículas del suelo.

Para verificar adecuadamente las dimensiones de la cavidad, se debe medir su diámetro en dos niveles (superior e inferior), considerando dos ejes preferentemente ortogonales. Asimismo, la profundidad debe registrarse en al menos tres puntos equidistantes en el perímetro del fondo, y uno adicional en el centro.

Una vez completadas las mediciones, la cavidad se llena con agua hasta alcanzar el nivel de la superficie del terreno. Luego, se deja descender el nivel del agua unos centímetros (dependiendo de la profundidad de la cavidad), y se comienza a registrar el descenso progresivo de la superficie libre, el cual ocurre por infiltración a través del fondo y las paredes. Las mediciones de descenso deben realizarse cada 2 cm, utilizando una regla graduada con un sistema de flotación en su extremo inferior, que permita un seguimiento preciso del nivel del agua.



Figura 3. Ensayo infiltración de Porchet

La siguiente figura y tabla, presenta la ubicación con coordenadas UTM de los ensayos de infiltración de Porchet en terreno.

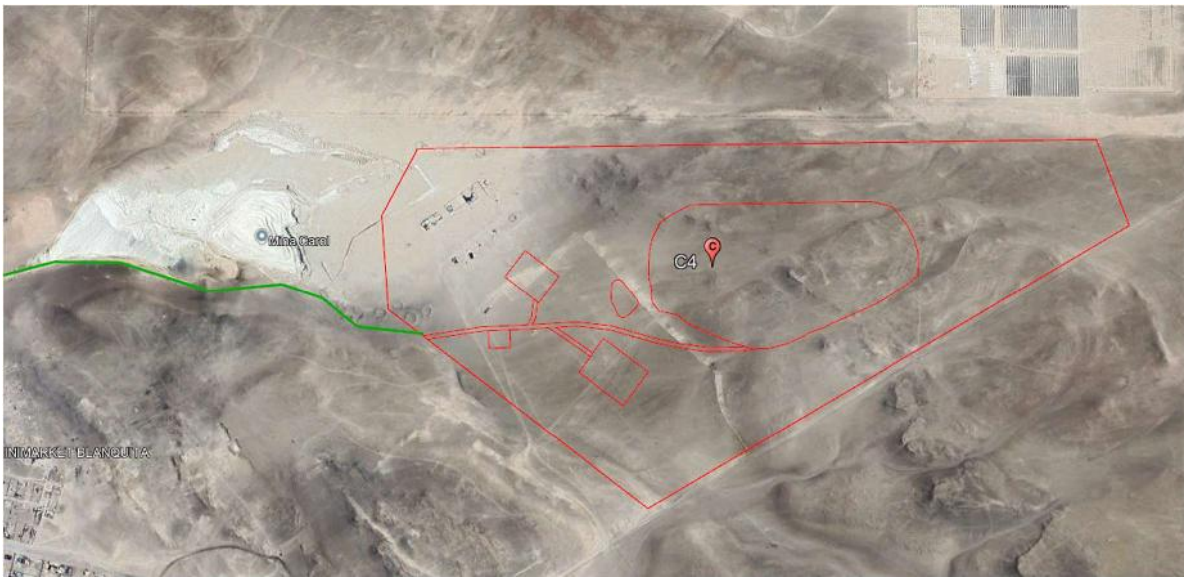


Figura 4. Ubicación de Ensayo de Porchet

Tabla 3. Coordenadas UTM ubicación Ensayo de Porchet

CALICATA	ESTE	NORTE
C4	367.442	7.960.267
Datum WGS 84 Huso 19H		

Resultado del ensayo de Porchet

El resultado obtenido indica que a nivel superficial la tasa de infiltración del primer estrato de suelo es de 784,03 (mm/h) en el punto de medición (calicata C4).

Tabla 4. Resultados de ensayo de Porchet realizado en terreno.

N° Calicata	Permeabilidad (mm/hr)	Permeabilidad (cm/hr)	Permeabilidad según Soil Conservation Service
C4	784,03	78,4032	Muy elevada

3.1.1.1.2 Determinación de la Razón de Soporte de Suelos Compactados en Laboratorio (CBR)

El ensayo de la razón de soporte de suelos compactados (NCh. 1852 Of .81) se realizó a cuatro de las ocho muestras de suelo extraídas. En la tabla siguiente se presentan los resultados obtenidos.

Tabla 5. Razón de Soporte de Suelos Compactados en Laboratorio (CBR)

Resultados	Calicatas
	C4
CBR AL 95% DE LA D.M.C.S. A 0,2" DE PENETRACIÓN (%)	61

3.1.1.2 ESTUDIO QUE DÉ CUENTA DE POTENCIALES PELIGROS NATURALES

El Anexo 04 "Geología, Geomorfología y Riesgos Naturales" de la Declaración de Impacto Ambiental (DIA) evalúa los peligros naturales existentes en el área del proyecto, ubicado en la comuna de Arica, Chile, a aproximadamente 5 kilómetros al este de la línea de costa.
El estudio incluye un análisis detallado de susceptibilidad para los siguientes riesgos:

- **Remoción en masa y Flujos de detritos**: Se acepta que la susceptibilidad del terreno, donde se emplaza el Proyecto, es baja o moderada, ya que no se localiza en conos activos de quebradas principales que conduzcan flujos destructivos.

- **Tsunami**: a 5 km de la costa y a una cota de elevación suficiente sobre 260 msnm, medidos en la cota más baja de la instalación, permite concluir que el proyecto se encuentra fuera de la zona de inundación por tsunami definida para los peores escenarios modelados.

- **Actividad volcánica:** Dada la considerable distancia a los centros volcánicos activos más cercanos (>80 km en línea recta), los efectos primarios (flujos piroclásticos, lavas) se descartan, y los efectos secundarios (caída de cenizas) se consideran un riesgo manejable.

Los resultados de este análisis concluyen que el nivel de riesgo identificado para cada uno de estos fenómenos es aceptable, permitiendo el desarrollo del proyecto bajo las condiciones y medidas establecidas en el documento.

3.1.1.3 GEOLOGÍA DEL SITIO

Se identifica que el área del proyecto se compone por una capa de sedimento semi a no consolidado compuesto por areniscas finas a gruesas color pardo, con presencia de niveles de cenizas grises, y clastos angulosos centimétricos, mal seleccionados de tobas riolíticas con un espesor entre 5 y 15 centímetros de espesor. Seguido por una capa de costra salina compacta con presencia de areniscas gruesas color negro y clastos angulosos mal seleccionados, tamaño grava de tobas riolíticas en su matriz, con un espesor promedio de 10 cm. En algunos sectores en superficie se identificaron rodados tamaño bloque, mal seleccionados, angulosos a subangulosos compuestos principalmente de tobas riolíticas y andesitas en las zonas bajas a los pies de ladera de manera local, se identificaron fragmentos de yeso (diatomitas) dispersos, con tamaños que varían desde milimétricos a centimétricos. Estos clastos presentan formas amorfas y exhiben una capa superficial de coloración anaranjada, producto de procesos de alteración o meteorización. Por último, se identificaron fragmentos de pseudofosiles Bostryx Albus, distribuidos en las laderas de los cerros del sector. Si bien se describe una geología superficial homogénea para el sector en estudio, es posible diferenciar entre distintas unidades geológicas en base al color y composición litológica de los líticos contenidos en las distintas unidades, los cuales son coincidentes con las unidades mapeadas por García et al. 2004 correspondientes a “Depósitos de Avalancha Lluta (Msrl), Depósitos Aluviales (Pa) y Depósitos de Remoción en Masa del Plioceno-Cuaternario (PlQr)”, tal como se presentan en el mapa geológico del área.
Cabe observar, que el proyecto no está expuesto a fallas geológicas activas y tampoco existe presencia de geología kárstica en el área del proyecto.

La siguiente figura, obtenida del Anexo 04, Geología, Geomorfología y Riesgos Geológicos, presentado en la DIA, corresponde a un plano a escala local de la geología del sitio.

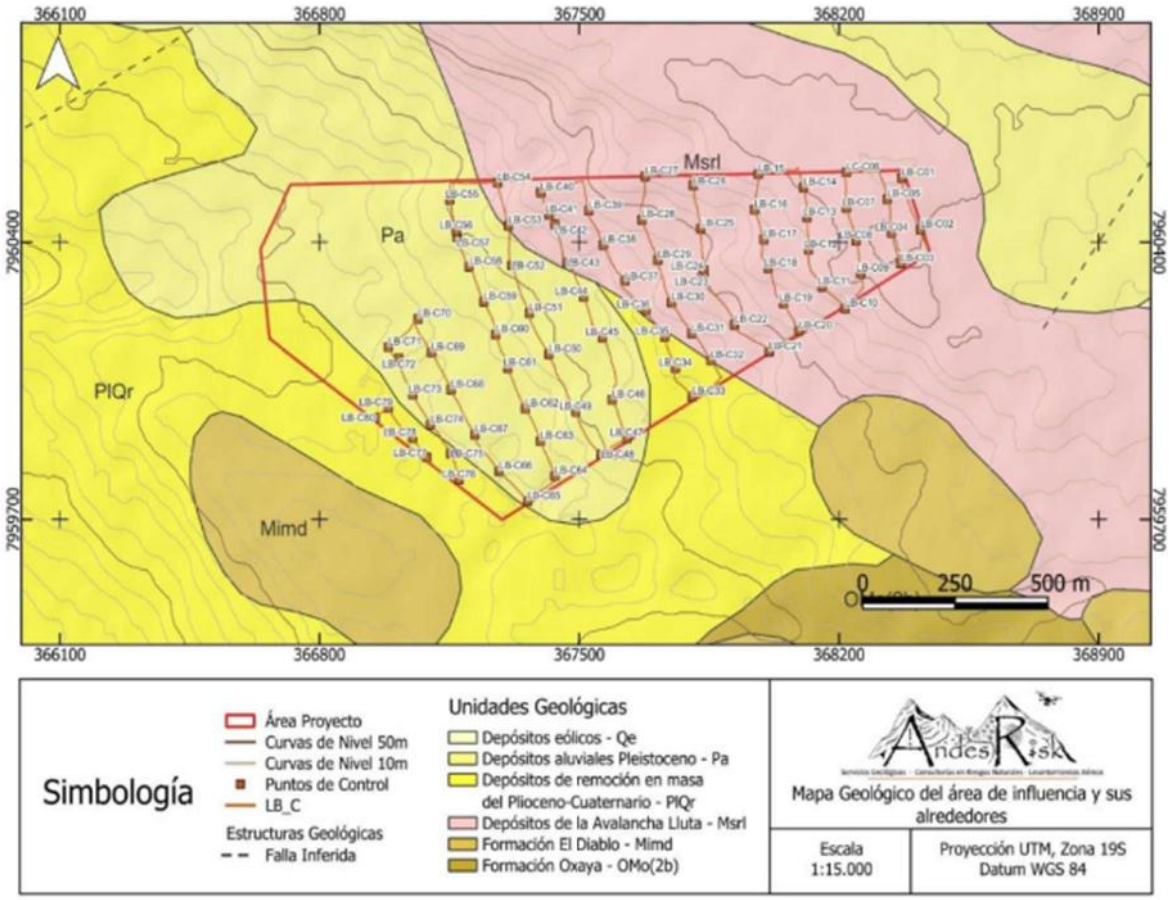


Figura: Mapa geológico del área de estudio. Anexo 04 Geología, Geomorfología y riesgos Geológicos

3.1.1.4 ESTUDIO HIDROLÓGICO DEL SITIO

El estudio hidrológico presentada en Anexo 05 de la DIA muestra que el Proyecto Centro de Gestión Integral de Residuos Arica, se ubica dentro de la sub subcuenca "Rio Lluta entre junta Quebrada Poconchile y Desembocadura", en la cuenca Río Lluta, según lo definido por la Dirección General de Aguas (DGA). Los cauces en la zona presentan un régimen hidrológico pluvial, por lo que su escorrentía principal se produce por la caída de precipitaciones líquidas, las cuales suelen ocurrir en los meses de verano.

A partir de la red hidrográfica local, se determina una cuenca aportante a la zona del proyecto. Esta red hidrográfica, con la cuenca que la contiene, se presenta en la siguiente Figura. Esta red y su superficie asociada se obtuvieron en base al archivo de elevación digital del Ministerio de Bienes Nacionales de la Región de Arica y Parinacota. En la cuenca el terreno muestra elevaciones que oscilan entre 177 y 561 [m.s.n.m].

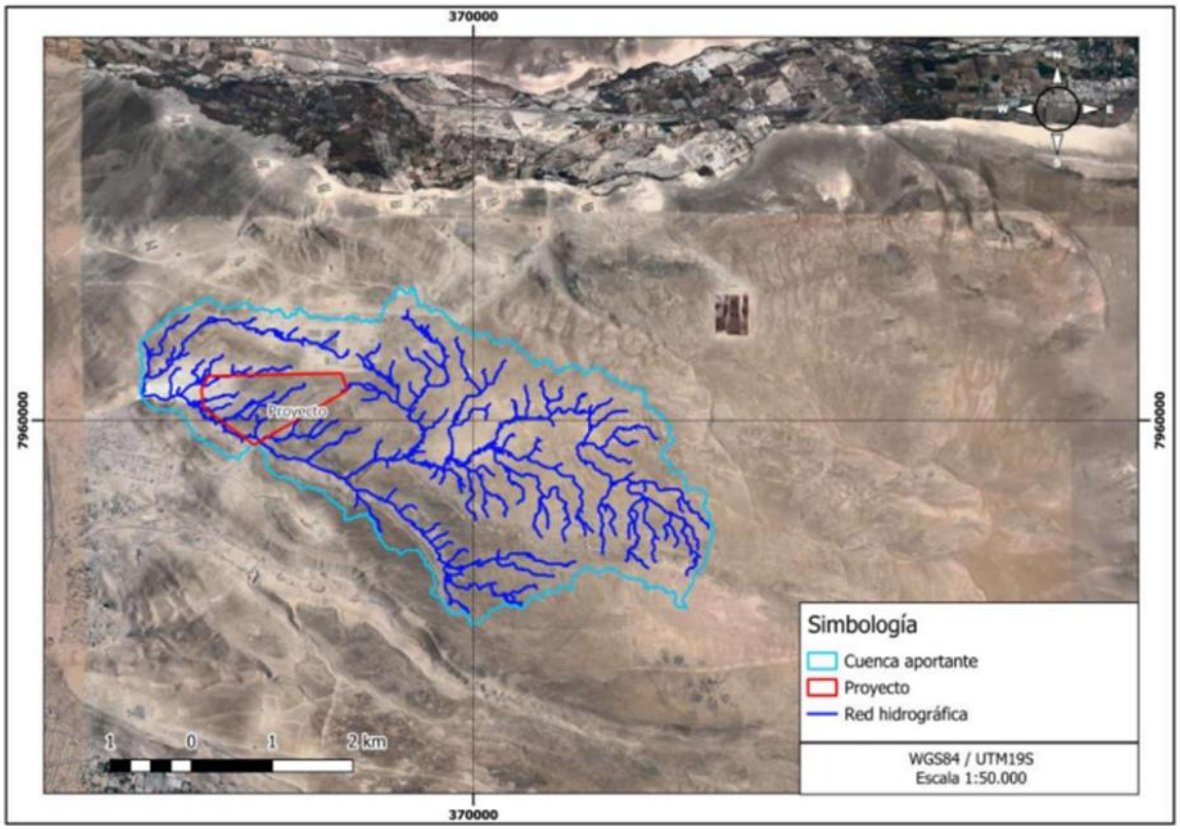


Figura: Red hidrográfica. Fuente: Anexo 05 hidrología e hidrogeología.

3.1.1.5 ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL SITIO

El Proyecto se encuentra emplazado en el Sectores Hidrogeológico de Aprovechamiento Común (SHAC) Valle de Azapa, perteneciente al acuífero San José, tal como se aprecia en la siguiente Figura. según la versión del 2024 del inventario de la Dirección General de Aguas.

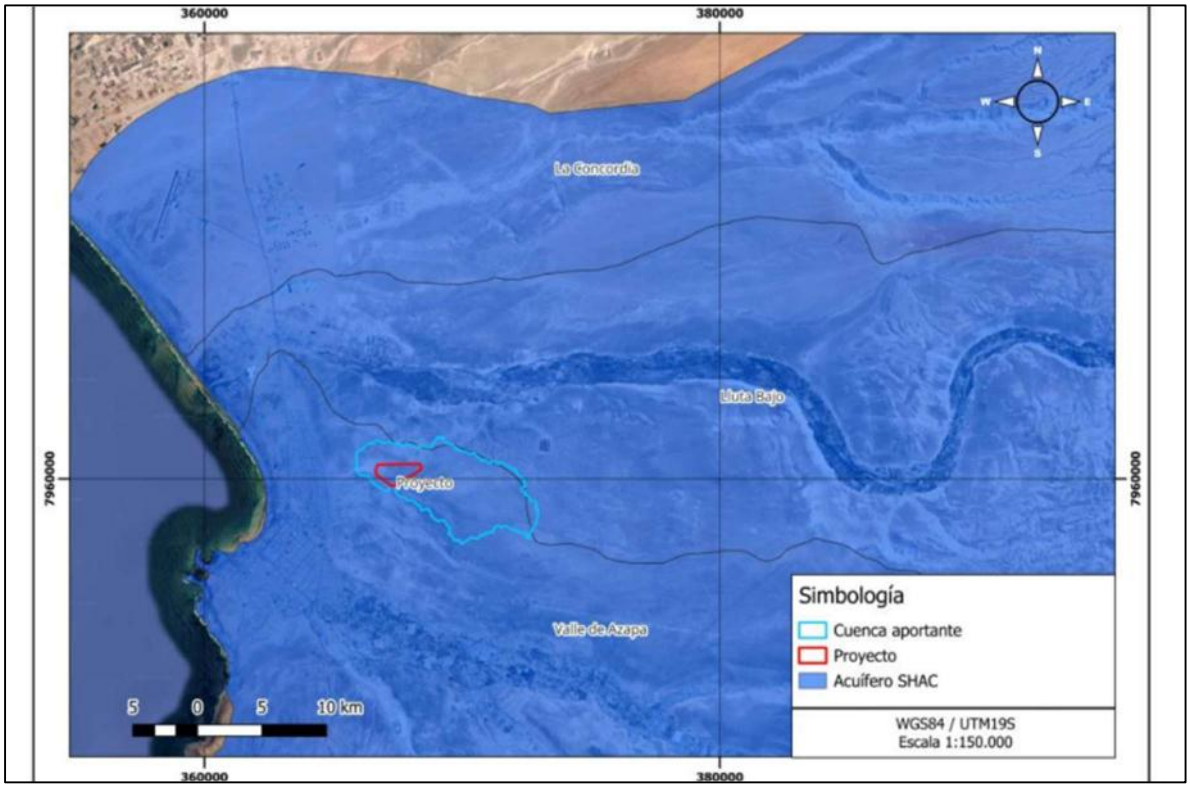


Figura: SHAC identificados en zona del Proyecto. Fuente: Anexo 05 hidrología e hidrogeología.

A continuación, el mapa hidrogeológico en la zona donde se ubica el proyecto principalmente sobre la Formación Q (Cuaternario no consolidado), la cual se caracteriza como Depósito no consolidado o relleno, de permeabilidad primaria en formación porosa, e importancia hidrogeológica alta a media descritas a continuación.
Alta importancia Hidrogeológica: son depósitos fluviales, coluviales y aluviales. La infiltración del agua se da sobre todo en los Depósitos aluviales y coluviales por su granulometría gruesa.

Media Importancia Hidrogeológica: Los depósitos piroclásticos son partículas transportadas por erupciones volcánicas, como nubes, coladas y oleadas piroclásticas. En Arica, destacan los de la Formación Oxaya, compuestos de ignimbrita, pómez y ceniza.

Los niveles freáticos estimados se encuentran a una profundidad de entre 150 y 250 [m] dentro del área del proyecto. En cuanto a los niveles freáticos medidos, estos se han mantenido constantes en el tiempo, con la excepción del año 2000, donde las aguas subterráneas se estimaron a una profundidad mayor que la de los otros periodos. Dado el análisis conjunto de las series temporales de niveles freáticos y de las precipitaciones, se observa que no hay una relación directa entre las precipitaciones en la zona del proyecto y la recarga de los acuíferos. Los procesos de recarga de acuíferos y escorrentía se producen principalmente en las zonas altas de las cuencas (altiplano) donde se generan los mayores eventos de precipitación. Esto es consistente con los planteado en el PEGH del Valle de Azapa publicado el año 2022.

3.2. A.2 DESCRIPCIÓN DE VARIABLES METEOROLÓGICAS RELEVANTES

3.2.1. CLIMA Y METEOROLOGÍA.

La caracterización de clima y meteorología, presentada en anexo 09 de la DIA, se basa en la descripción de temperatura, humedad relativa, radiación solar, precipitación, velocidad y dirección del viento, con los datos disponibles en las estaciones meteorológicas Defensa Civil y Lluta Bajo en la comuna de Arica.

En la Tabla a continuación, muestra un resumen de los porcentajes de datos válidos de todas las variables meteorológicas para cada una de las estaciones en el periodo de análisis en el período analizado comprende los años 2022, 2023 y 2024.

Variable	Defensa Civil			Lluta Bajo		
	2022	2023	2024	2022	2023	2024
Velocidad del viento	100%	99.2%	100%	100%	99.9%	100%
Dirección del viento	100%	99.2%	100%	100%	99.9%	100%
Temperatura	100%	99.2%	100%	100%	99.9%	100%
Humedad Relativa	100%	99.2%	100%	100%	99.9%	100%
Radiación Solar	100%	99.2%	100%	100%	99.9%	100%
Precipitación	100%	99.2%	100%	100%	99.9%	100%

Fuente: Caracterización clima y meteorología. Anexo 09. DIA.

En resumen, los resultados del estudio se obtienen que en el área de desarrollo del Proyecto “Centro de Gestión Integral de Residuos Arica” se presentan las características de clima desértico con nublados abundantes (BWhn) con temperaturas promedio que varía entre 13 y 20°C condiciones de similares características para los tres años analizados (años 2022, 2023 y 2024).

Con respecto a la temperatura, se puede observar que existen diferencias entre la estación que se ubica en el valle y la estación más cercana a la costa. En la estación del valle se observa mayor oscilación térmica que en la estación Defensa Civil. El comportamiento estacional de la temperatura se caracteriza por presentar registros bajos en los meses de mayo a agosto, pero principalmente en los meses de junio y julio. En tanto, las mayores temperaturas se registran en los meses de enero, febrero y diciembre.

En cuanto a los vientos, las velocidades promedio anuales se encuentran entre 1,2 m/s y 1,7 m/s con vientos más intensos entre las 14:00 y las 16:00 horas. Con respecto a la dirección del viento, en las estaciones meteorológicos analizadas, se observa que las direcciones de viento son moduladas por ciclos de mesoescala, las cuales reciben el nombre de brisas de mar/tierra cerca del mar (Estación Defensa Civil) y brisas de valle/montaña en el valle (Estación Lluta Bajo).

En relación con la humedad relativa registrada en la estación Defensa Civil y Lluta Bajo, se observa una relación inversa a la de la temperatura, es decir, un comportamiento anual con un aumento de las humedades relativas promedios mensuales de invierno, mientras que en los meses cálidos disminuye.

Respecto a la precipitación, la mayor agua caída se registra el año 2022 en la estación Defensa Civil. Cabe recalcar que, el clima y la meteorología no podrían ser afectados por las obras o actividades del Proyecto, por lo que no es posible presentar efectos producto de las acciones, obras o actividades del Proyecto sobre esta componente. En efecto, su caracterización es necesaria para la contextualización del entorno, siendo sus variables (temperatura, humedad relativa, radiación solar, precipitaciones, velocidad y dirección de vientos), relevantes para realizar la evaluación de impacto ambiental sobre otras componentes, como en la calidad del aire.

Por último, se analizó la evolución de esta componente ambiental bajo un escenario de cambio climático, de acuerdo con los lineamientos dados por la "Guía metodológica para la consideración del cambio climático en el SEIA" (SEA; 2023). De acuerdo con esto, bajo un escenario de cambio. climático desfavorable (RCP8,5), se proyecta para las estaciones del año de invierno (abril a septiembre) y verano (octubre a marzo) en el área del Proyecto, durante el periodo 2035-2065, un aumento de la temperatura media y máxima, además de un aumento en la insolación solar diaria en verano. En tanto, la velocidad del viento se mantiene casi constante, mientras que la presión atmosférica cambia levemente en ambas estaciones.
En lo que se refiere a la humedad relativa se proyecta una disminución en ambos periodos siendo mayor en la época de verano.

Con los datos estudiados, se puede aseverar que, las obras e instalaciones incorporadas por el Proyecto se encuentran inserta en el clima desértico con nublados abundantes (BWhn), según se representa en la siguiente Figura. Este clima se caracteriza por temperaturas elevadas durante todo el año, con una oscilación térmica diaria moderada. Aunque las precipitaciones son prácticamente inexistentes, la presencia frecuente de nubosidad matinal, producto de la camanchaca (niebla costera), genera una alta humedad relativa que influye en la vegetación xerófila local y en las actividades humanas.
A continuación, la figura muestra la ubicación del proyecto y clasificación identificada de su ubicación.

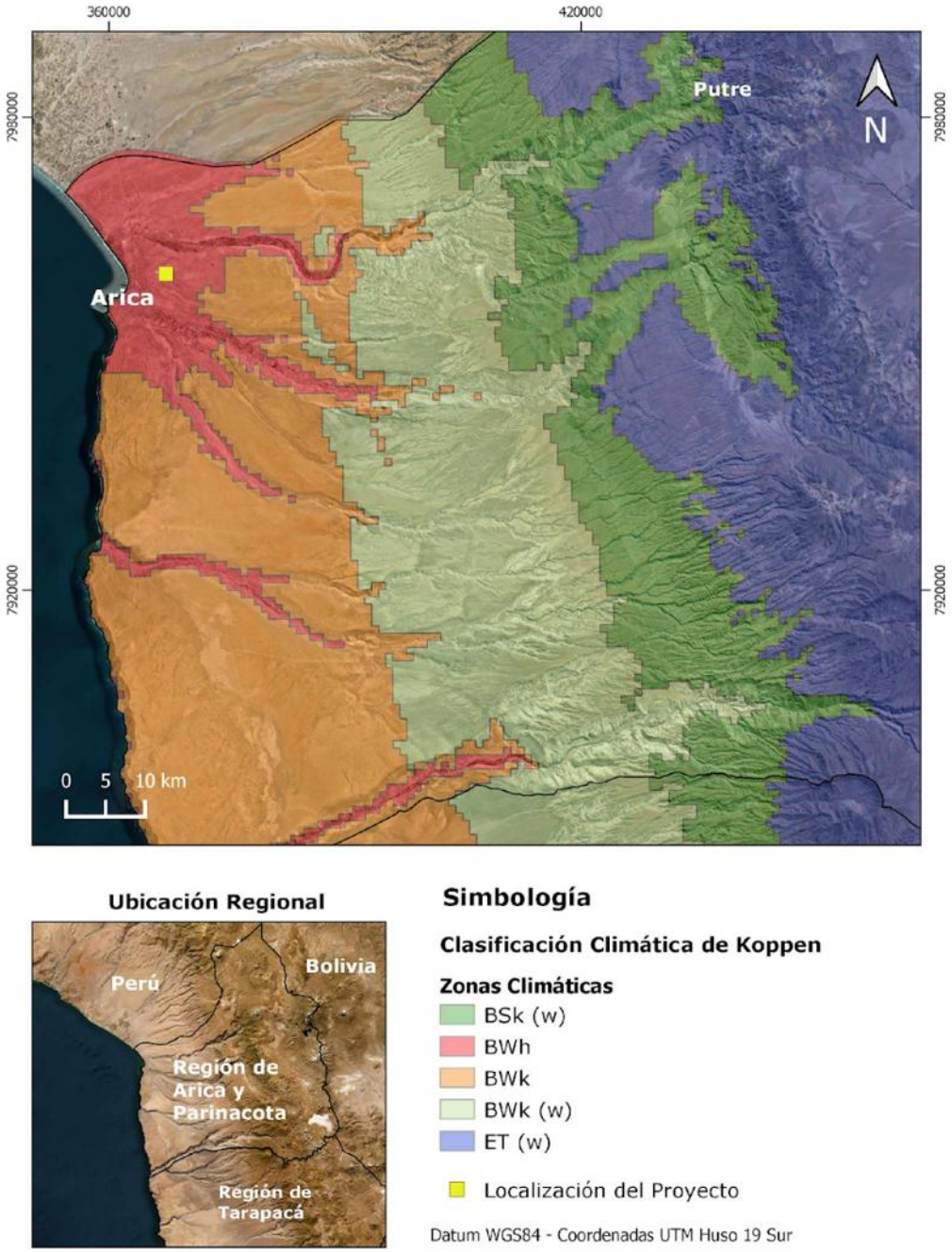


Figura. Clasificación Climática del área del Proyecto. Fuente: Caracterización clima y meteorología. Anexo 09. DIA

3.2.2. VELOCIDAD DEL VIENTO.

En la presente sección se presentan las principales características de la Velocidad y Dirección del Viento promedio en la estación Defensa Civil. Se presentan las series de tiempo de datos utilizados para el análisis

Figura: Serie de Tiempo de la Velocidad del Viento [m/s] – Estación Defensa Civil.

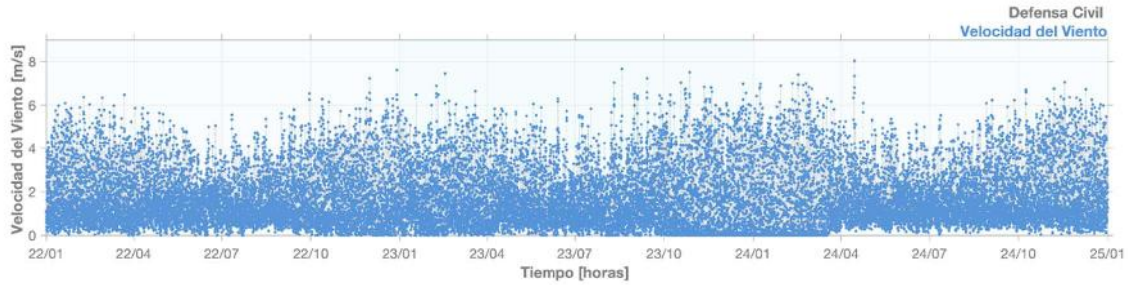
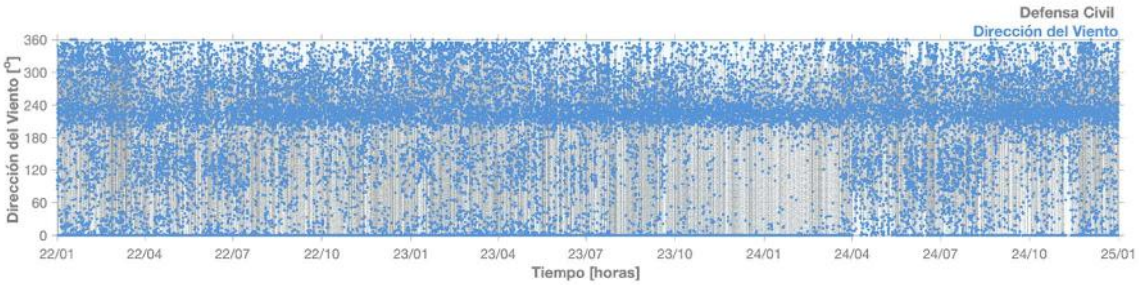


Figura: Serie de Tiempo de la Dirección del Viento [°] – Estación Defensa Civil.



En la Tabla a continuación, presentan los estadígrafos mensuales de la velocidad del viento (mínimo, máximo y media) para cada uno de los años con registros horarios del periodo 2022 - 2024. En ellas, se puede observar que la velocidad del viento máxima absoluta se registró en abril de 2024, alcanzando 8 m/s, la velocidad del viento promedio anual varía entre 1,7 y 2 m/s y las velocidades mínimas, llegan 0 m/s durante el periodo evaluado.

Tabla: Estadígrafos de Velocidad del Viento [m/s] - Estación Defensa Civil.

Mes	Velocidad Media			Velocidad Mínima			Velocidad Máxima		
	2022	2023	2024	2022	2023	2024	2022	2023	2024
Enero	1,9	1,7	1,5	0,0	0,0	0,0	6,1	6,5	7,0
Febrero	1,8	1,9	1,6	0,0	0,0	0,0	6,4	7,4	7,4
Marzo	1,7	1,7	1,6	0,0	0,0	0,0	6,5	6,6	6,8
Abril	1,7	1,7	1,6	0,0	0,0	0,2	5,9	5,8	8,0
Mayo	1,6	1,6	1,5	0,0	0,0	0,1	5,6	6,1	5,4
Junio	1,5	1,5	1,5	0,0	0,0	0,1	5,1	6,3	5,1
Julio	1,4	1,5	1,6	0,0	0,0	0,0	5,6	5,8	5,5
Agosto	1,6	1,5	1,7	0,1	0,0	0,1	5,6	7,7	6,1
Septiembre	1,7	1,9	1,9	0,0	0,0	0,2	6,5	7,2	6,2
Octubre	1,7	1,7	2,0	0,0	0,0	0,0	6,3	7,5	6,7
Noviembre	1,7	1,8	2,1	0,0	0,0	0,1	7,2	6,8	7,1

Mes	Velocidad Media			Velocidad Mínima			Velocidad Máxima		
	2022	2023	2024	2022	2023	2024	2022	2023	2024
Diciembre	1,7	1,7	2,0	0,0	0,0	0,1	7,6	7,0	6,7
Valor Anual	**1,7**	**1,7**	**1,7**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**7,6**	**7,7**	**8,0**

Figura. Clasificación Climática del área del Proyecto. Fuente: Caracterización clima y meteorología. Anexo 09. DIA.

En cuanto al comportamiento del ciclo diario del viento, una topografía tal como se encuentra en la zona está sujeta a brisas de mar/tierra. En términos simples, estas brisas se producen por las características calóricas disimiles entre el mar y la tierra y caracterizan por vientos desde la costa hacia el continente durante el día y desde el continente a la costa durante la noche (siguiendo la forma de la costa). Debido a lo anterior a partir de la siguiente Figura, **se** puede observar un marcado ciclo diario, con un patrón de vientos desde el norte (tierra - mar) entre las 00:00 y 09:00 horas, mientras que en horas de la tarde los vientos provienen desde el suroeste (mar - tierra), con mayor frecuencia de ocurrencia entre las 15:00 y 18:00 horas. Con respecto a la magnitud del viento, se observa un aumento de la velocidad de viento a partir de las 08:00 hasta las 15:00 horas aproximadamente, producto del aumento de la temperatura y la radiación incidente. A partir de este *peak,* la intensidad de los vientos comienza a descender hasta alcanzar su mínimo, el cual ocurre durante las horas de la noche.

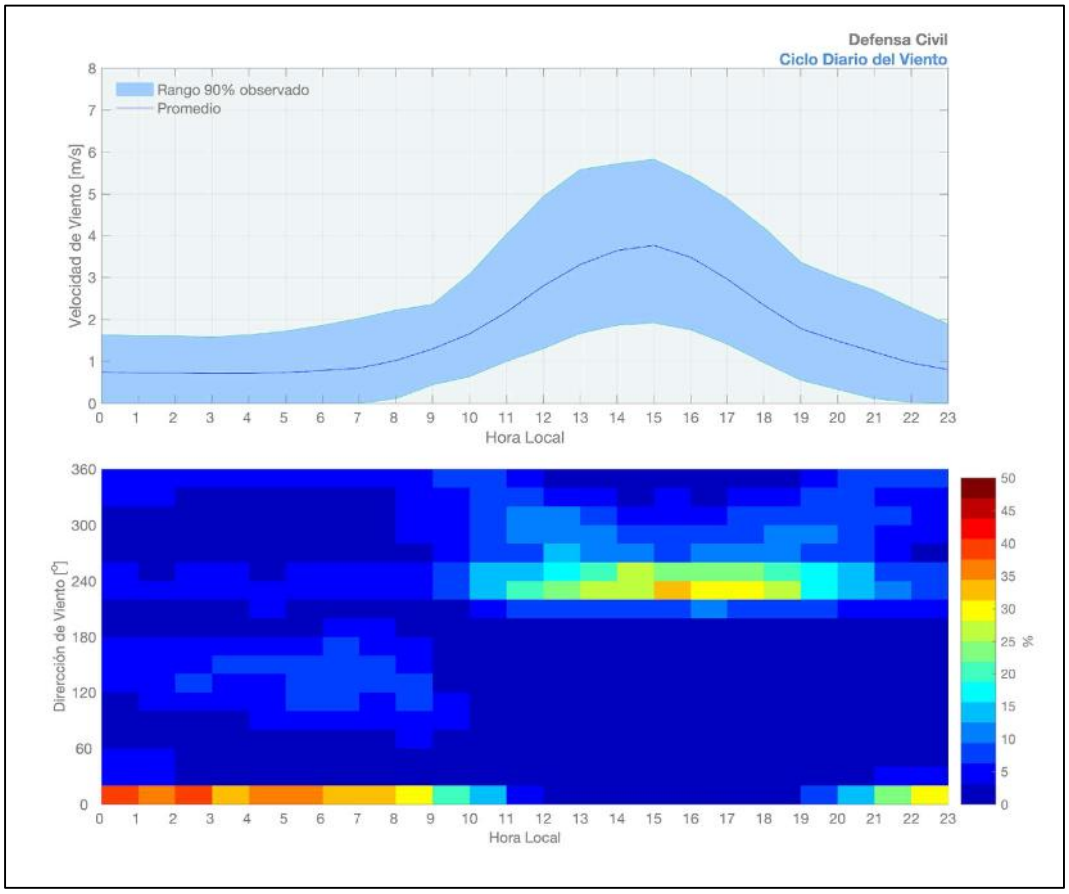


Figura. Clasificación Climática del área del Proyecto. Fuente: Caracterización clima y meteorología. Anexo 09. DIA.

En cuanto al comportamiento estacional, se presenta el ciclo estacional del ciclo diario de la velocidad y dirección del viento. Tal como se señala en el Anexo de la Guía, el forzante de la brisa mar/tierra (que a su vez es la responsable para los ciclos diarios) es el calentamiento/enfriamiento de la superficie por la radiación solar. Debido a que este forzante es mayor durante verano que invierno, se pude observar que el ciclo diario de la velocidad también está mucho más marcado durante los meses cálidos que durante los meses fríos. Con respecto a la dirección de viento, se puede observar que esta variable no presenta grandes cambios a lo largo del año, salvo para los meses de abril y mayo donde la componente norte nocturna cambia su dirección predominante a vientos del sureste (que es apreciable, también, en el ciclo diario de dirección como una componente de menor frecuencia).

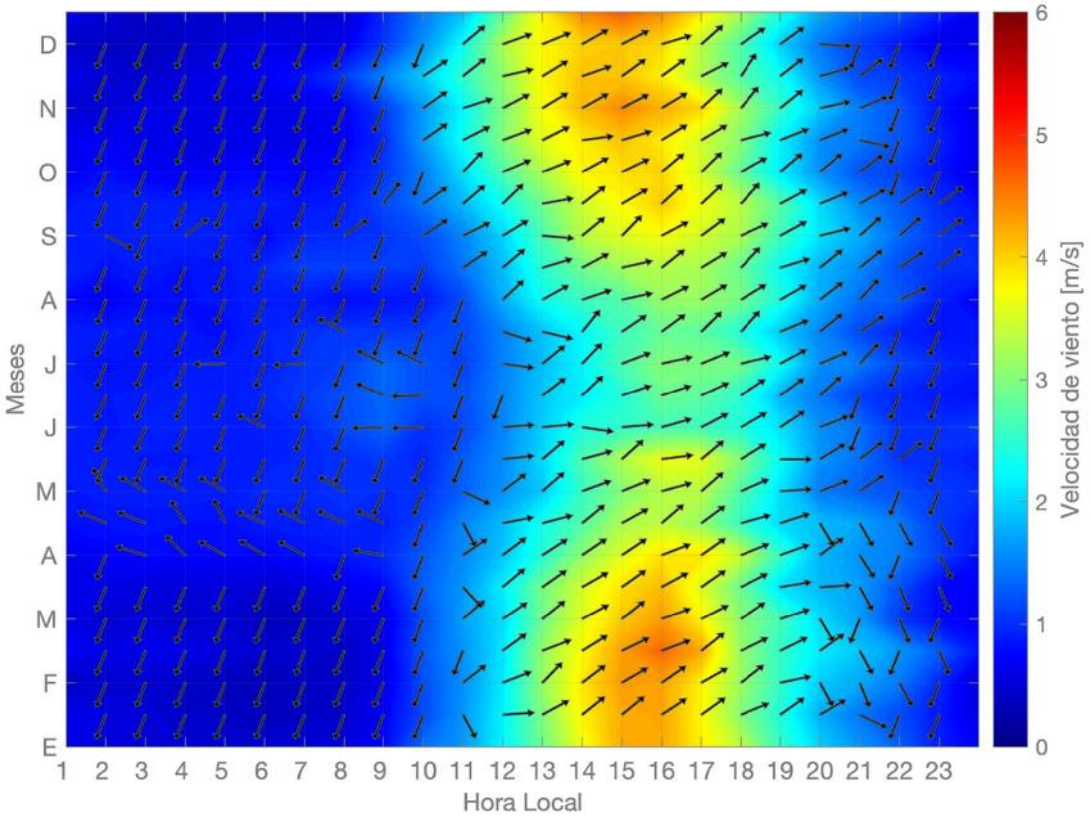


Figura. Clasificación Climática del área del Proyecto. Fuente: Caracterización clima y meteorología. Anexo 09. DIA.

3.3. A.3 ESTIMACIÓN Y CARACTERIZACIÓN CUALITATIVA Y CUANTITATIVA DE LOS RESIDUOS A TRATAR

La estimación y caracterización cualitativa y cuantitativa de los residuos a tratar durante las diferentes fases del proyecto se presentan a continuación.

3.3.1. FASE CONSTRUCCIÓN

Durante la fase de construcción se generarán residuos sólidos domiciliarios y asimilables, además de residuos sólidos industriales no peligrosos, producto del consumo diario de los trabajadores y las actividades propias de la obra de construcción.

En base a las siguientes premisas de cálculo, se ha estimado el volumen de estos residuos, los cuales serán almacenados temporalmente en el sitio hasta su disposición final en el frente de trabajo del Relleno Sanitario del proyecto, el cual se encontrará operativo durante esta etapa.

- Producción per cápita por trabajador : 1 kg trab/día
- N° de trabajadores : 10 trabajadores
- Días de trabajo al mes : 26
- Densidad basura suelta : 0,15 kg/m³
- Factor de generación RSINP : 0,26 m³/m²
- Superficie planta compostaje : 3.066 m²
- Duración fase de construcción : 3 meses
- Días de operación de la planta a la semana : 6 días

Tabla 6. Generación de residuos durante la fase de construcción

Tipología	Detalle	Generación Diaria	Generación total	Volumen total
Residuos sólidos domiciliarios	Residuos orgánicos, envases, papeles, restos de alimentos, entre otros	10 kg/día	0,78 ton	5,2 m³
Residuos sólidos industriales no peligrosos	Despuntes de madera, fierro, plásticos, hormigón, escombros y otros desechos de construcción inertes	1,53 ton	119,57 ton	797,616 m³

En virtud de lo expuesto, se estima la necesidad de implementar los siguientes sistemas de almacenamiento para residuos sólidos domésticos y asimilables, con el fin de asegurar una gestión eficiente y segura de los residuos que se generen durante este período.

Tabla 7. Sistema de almacenamiento y disposición final de residuos sólidos domésticos y asimilables

Tipología	Cantidad Personas	Total kg/día	litros/semana	Sistema de almacenamiento	Disposición final
Residuos Sólidos Domésticos o asimilables	10 trabajadores	10 kg trab/día	400	2 contenedores de 240 lts	Relleno Sanitario

En virtud de lo expuesto, se dispondrán 2 contenedores plásticos de 240 litros, tipo domiciliario, estancos, con tapa y ruedas, ubicados en sectores cercanos a las zonas de trabajo. Estos receptáculos estarán claramente señalizados y serán mantenidos en condiciones de higiene adecuadas, a fin de evitar la proliferación de vectores y malos olores.



Figura 5. Imagen referencial contenedor 240 litros

La recolección de los residuos sólidos asimilables a domiciliarios se realizará 1 vez a la semana por parte del personal del Centro de Gestión Integral de Residuos Arica. Estos residuos serán trasladados internamente hasta el frente de trabajo del relleno sanitario, el cual se encontrará operativo durante la fase de construcción de la planta de compostaje. Esta disposición se efectuará conforme a los procedimientos establecidos para la gestión interna de residuos.

Tabla 8. Sistema de almacenamiento y disposición final de RSINP

Tipología	M² construido	M³ total	Duración de la fase construcción semanas	m³/semana	Sistema de almacenamiento	Disposición final
RSINP	3.066 m²	797,16 m³	12	66,43	3 contenedores tipo open top de 30 m³	Relleno Sanitario

Por otra parte, se dispondrán 3 contenedores tipo open top de 30 m³, cuya ubicación podrá ser modificada durante el desarrollo de las faenas, en función de variables técnicas y metodológicas propias del proceso constructivo. No obstante, su emplazamiento se mantendrá siempre dentro del perímetro autorizado del Proyecto. El área destinada al acopio contará con la señalización correspondiente, indicando el tipo de residuos permitidos.



Figura 6. Imagen referencial contenedor open top 30 m³

Estos residuos serán trasladados internamente hasta el frente de trabajo del relleno sanitario, el cual se encontrará operativo durante la fase de construcción de la planta de compostaje. Esta disposición se efectuará conforme a los procedimientos establecidos para la gestión interna de residuos.

3.3.2. FASE OPERACIÓN

3.3.2.1 RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS Y ASIMILABLES

Durante la fase de operación del proyecto se generarán residuos sólidos domiciliarios y asimilables, producto del consumo diario de los trabajadores en las distintas instalaciones. En función de esta actividad y considerando las bases de cálculo detalladas a continuación, se ha estimado el volumen de residuos que deberán ser gestionados en el sitio.

- Producción per cápita por trabajador : 1 kg trab/día
- N° de trabajadores : 3 trabajadores
- Días de trabajo al mes : 26
- Densidad basura suelta : 0,15 kg/m³
- Duración fase de operación : 27 años

Tabla 9. Generación de residuos durante la fase de operación

Tipología	Detalle	Generación Diaria	Generación Total	Volumen total
Residuos sólidos domiciliarios	Residuos orgánicos, envases, papeles, restos de alimentos, entre otros	3 kg/día	25,27 ton	168,48 m³

En virtud de lo expuesto, se estima la necesidad de implementar los siguientes sistemas de almacenamiento para residuos sólidos domésticos y asimilables, con el fin de asegurar una gestión eficiente y segura de los residuos que se generen durante este período.

Tabla 10. Sistema de almacenamiento y disposición final de residuos sólidos domiciliarios y asimilables

Total kg/día	litros/semana	Sistema de almacenamiento	Frecuencia de retiro
3 kg/día	120	1 contenedores de 240 lts	1 vez a la semana

En virtud de lo expuesto, se estima que se generarán aproximadamente entre 120 litros/semana de Residuos Sólidos Domiciliarios (RSD) y asimilables. Por lo tanto, estos residuos serán almacenados en 1 contenedor cerrado y estanco de 240 litros, con un tiempo máximo de almacenamiento de una semana.



Figura 7. Imagen referencial contenedor 240 litros

La recolección de estos residuos será realizada de forma periódica por personal del Centro de Gestión Integral de Residuos Arica, quienes los trasladarán al frente de trabajo del relleno sanitario que se encontrará operativo. Esta gestión se desarrollará bajo procedimientos internos previamente establecidos, asegurando el cumplimiento de la normativa sanitaria y ambiental aplicable.

3.3.2.2 RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS Y ASIMILABLES RECHAZADOS

Durante la fase de operación se generarán residuos orgánicos que no podrán ser compostados y, por tanto, deberán ser rechazados. En base a las siguientes premisas de cálculo, se ha estimado el volumen de estos residuos, los cuales serán gestionados conforme a los procedimientos establecidos y disposición final se realizará en el relleno sanitario del proyecto que se encontrará operativo.

- Ingreso máximo : 7 ton/día
- Tasa de rechazo promedio : 7,78%
- Densidad basura suelta : 0,15 kg/m³

Tabla 11. Generación de residuos rechazados durante la fase de operación

Tipología	Ingreso residuos potencialmente reciclable Toneladas /día	% Rechazo promedio	Material Rechazo Toneladas /día	Material Rechazo m³ /día
Residuos orgánicos contaminados/ papel / plástico / inorgánicos entre otros	7	7,78%	0,25	2 m³/día

Se estima que, durante todo el período de operación de la planta de compostaje, se generará del orden de 2.500 toneladas de residuos rechazados en el proceso productivo.

Cabe señalar que, en su fase de máxima operación, la planta de compostaje está proyectada para recibir un volumen de hasta 7 toneladas diarias de residuos. Sin embargo, durante el periodo inicial de funcionamiento, el ingreso de materiales será gradual, en función del avance de las políticas de

educación ambiental y de las intervenciones comunitarias orientadas a fomentar la segregación en origen de residuos orgánicos.

Por otra parte, el manejo y almacenamiento de este tipo de residuos se realizará conforme a lo detallado en la siguiente tabla.

Tabla 12. Sistema de almacenamiento y disposición final de rechazos

Generación m³/día	m³/semana	Sistema de almacenamiento	Frecuencia de retiro
2 m³/día	9,80	1 contenedor 20 m³	1 vez a la semana

Por lo tanto, se dispondrá 1 contenedor de alta resistencia con una capacidad de 20 m³, el cual estará ubicado en un punto estratégico del área operativa. Este contenedor estará debidamente señalizado y permanecerá cerrados para evitar derrames, dispersión por viento u otros impactos al entorno.

El retiro de estos residuos se realizará 1 vez a la semana o conforme a las necesidades operativas, y estará a cargo del personal del Centro de Gestión Integral de Residuos Arica.
La disposición final se llevará a cabo en el frente de trabajo del relleno sanitario que se encontrará operativo, conforme a la normativa vigente y a los procedimientos internos de gestión de residuos del Proyecto.

3.3.2.3 RESIDUOS ORGÁNICOS DURANTE EL PROCESO PRODUCTIVO

Durante el proceso productivo se contempla la gestión de residuos orgánicos provenientes de fuentes domiciliarias, ferias libres, mercados y restos de poda. Estos materiales serán sometidos a un proceso de compostaje aeróbico controlado, cuyas etapas y características operativas se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 13. Etapas y características del proceso productivo

Residuo	Descripción
COMPOST Y/O MEJORADOR DE SUELOS	**Origen**: Recicladores de base, o municipalidades o asociaciones municipales con personalidad jurídica u otros. **Cantidad**: Se estima que la tasa de ingreso de residuos a la planta de compostaje variará entre 1 y 7 toneladas diarias a lo largo de los 27 años de operación proyectados. Durante este periodo, se prevé una tasa de rechazo decreciente, desde un 15% inicial hasta un 5%, en la medida en que se implementen y mejoren los sistemas de segregación en origen por parte de los generadores. Con base en estas proyecciones, se estima que la planta producirá un total aproximado de 25.000 toneladas de compost, lo que contribuirá significativamente a la reducción de los residuos dispuestos en rellenos sanitarios, fomentando la economía circular y aportando de manera concreta a la protección del medio ambiente.

	Manejo y tratamiento: Los residuos orgánicos ingresados a la planta serán sometidos a un proceso de compostaje aeróbico controlado, que incluye etapas de recepción, conformación de pilas, volteo periódico y maduración. El manejo operativo considerará la adecuada aireación, humedad y temperatura para asegurar un proceso eficiente y la obtención de un compost de calidad, conforme a la normativa vigente. Los residuos no compostables o rechazados serán segregados y gestionados mediante almacenamiento temporal para su disposición final en el relleno sanitario.
	Destino del material compostado: El compost producido será destinado principalmente a su uso como enmienda orgánica en suelos agrícolas, forestales, áreas verdes urbanas y proyectos de recuperación de suelos degradados. Este material, una vez que cumpla con los parámetros de calidad establecidos por la normativa vigente, podrá ser comercializado o entregado a entidades públicas, privadas o comunidades locales, promoviendo así la valorización de residuos orgánicos y el cierre del ciclo de la materia orgánica.

Se estima que, durante todo el período de operación de la planta de compostaje, se generarán aproximadamente 83.000 m^3 de compost y/o mejorador de suelos con potencial de valorización. Esta producción representa un aporte significativo a la reducción de residuos orgánicos dispuestos en rellenos sanitarios, promoviendo prácticas de economía circular y contribuyendo de manera efectiva a la protección del medio ambiente y la recuperación de suelos.

Esta información se ha elaborado en base a datos de referencia de generación de estudios de caracterización, experiencias comparables y proyecciones propias del proyecto, considerando el contexto territorial.

3.3.3. FASE DE CIERRE

Al igual que en la fase de construcción se generarán residuos sólidos domiciliarios y asimilables, además de residuos sólidos industriales no peligrosos, producto del consumo diario de los trabajadores y las actividades propias del desmantelamiento de las instalaciones.

En base a las siguientes premisas de cálculo, se ha estimado el volumen de estos residuos, los cuales serán almacenados temporalmente en el sitio hasta su disposición final en un sitio autorizado.

- Producción per cápita por trabajador : 1 kg trab/día
- N° de trabajadores : 8 trabajadores
- Días de trabajo al mes : 26
- Densidad basura suelta : 0,15 kg/m^3
- Factor de generación RSINP - cierre : 0,10 m^3/m^2
- Superficie planta compostaje : 3.066 m^2
- Duración fase de cierre : 3 meses

Tabla 14. Generación de residuos durante la fase de cierre

Tipología	Detalle	Generación Diaria	Generación total	Volumen total
Residuos sólidos domiciliarios	Residuos orgánicos, envases, papeles, restos de alimentos, entre otros	8 kg/día	0,62 ton	4,16 m³
Residuos sólidos industriales no peligrosos	Despuntes de madera, fierro, plásticos, hormigón, escombros y otros desechos de construcción inertes	3,93 m³/día	45,99 ton	306,6 m³

En virtud de lo expuesto, se estima la necesidad de implementar los siguientes sistemas de almacenamiento para residuos sólidos domésticos y asimilables, con el fin de asegurar una gestión eficiente y segura de los residuos que se generen durante este período.

Tabla 15. Sistema de almacenamiento y disposición final de residuos sólidos domésticos y asimilables

Generación kg/día	litros/semana	Sistema de almacenamiento	Frecuencia de retiro
8 kg/día	320	2 contenedores de 240 lts	1 vez a la semana

En virtud de lo expuesto, se dispondrá 2 contenedores plásticos de 240 litros, tipo domiciliario, estancos, con tapa y ruedas, ubicados cerca de las zonas de trabajo. Este receptáculo estará claramente señalizado y será mantenido en condiciones de higiene adecuadas, a fin de evitar la proliferación de vectores y malos olores.



Figura 8. Imagen referencial contenedor 240 litros

La recolección de los residuos sólidos asimilables a domiciliarios se realizará de manera periódica por una empresa experta que los transportará a un sitio de disposición final autorizado.

Tabla 16. Sistema de almacenamiento y disposición final de RSINP

Generación m³/día	m³/semana	Sistema de almacenamiento	Frecuencia de retiro

306,60 m³	25,55	1 contenedor tipo open top de 30 m³	1 vez a la semana

Se considera la instalación de un contenedor tipo open top de 30 m³ para el almacenamiento temporal de los RSINP, cuya frecuencia de retiro será una vez a la semana por parte de una empresa externa que los trasladará a un sitio de disposición final autorizado.

Cabe señalar que su ubicación podrá ser modificada durante el desarrollo de las faenas, en función de variables técnicas y metodológicas propias del proceso constructivo. No obstante, su emplazamiento se mantendrá siempre dentro del perímetro autorizado del Proyecto. El área destinada al acopio contará con la señalización correspondiente, indicando el tipo de residuos permitidos.

3.4. A.4 DISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO QUE INCLUYA DIAGRAMA DE FLUJO Y LAS UNIDADES Y EQUIPAMIENTO

3.4.1. DIAGRAMA DE FLUJO

A continuación, se presenta el diagrama de flujo de la planta de compostaje, el cual describe de manera esquemática las distintas etapas del proceso productivo, desde la recepción de los residuos orgánicos hasta la obtención del compost final y la gestión de los materiales rechazados. El flujo considera las operaciones principales de clasificación, separación de impropios, acondicionamiento de la mezcla y almacenamiento, todas ellas orientadas a optimizar la eficiencia del proceso y asegurar la calidad del producto final.

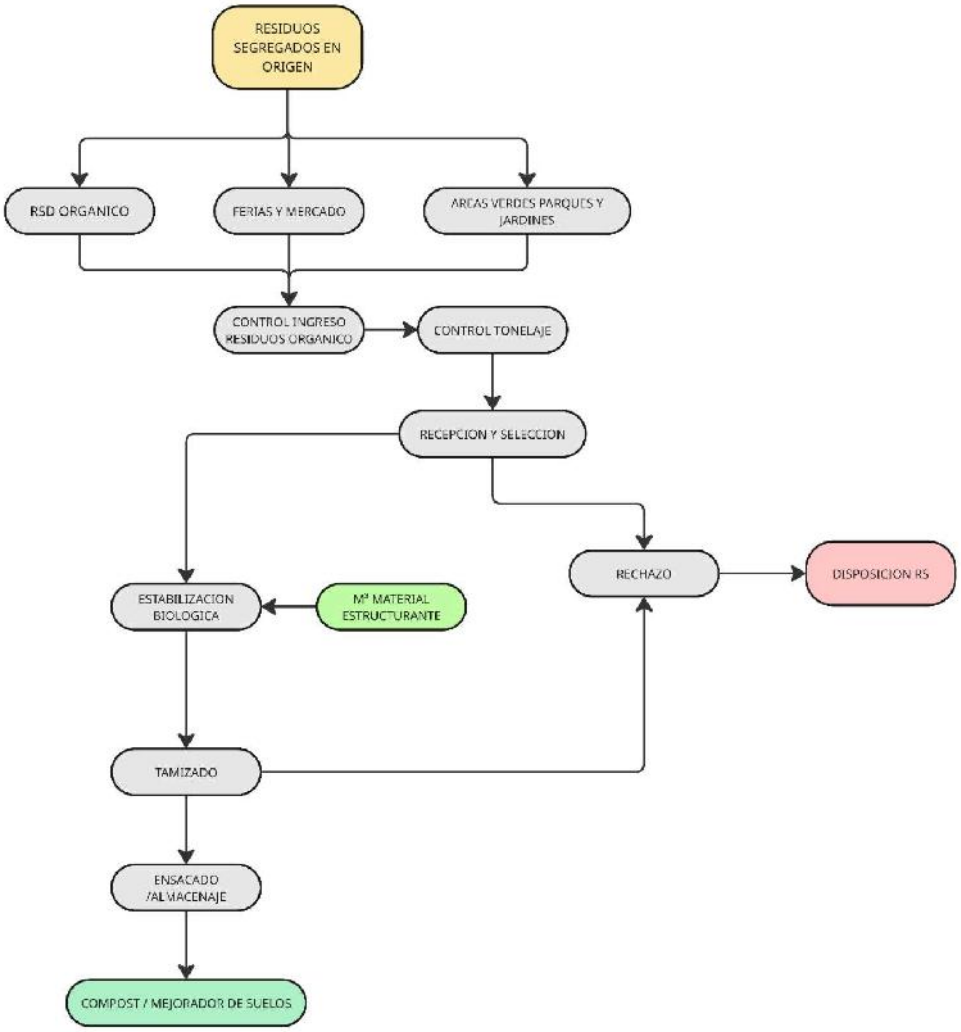


Figura 9. Flujo proceso planta de compostaje

Cabe precisar que el Proyecto contempla la recepción de residuos orgánicos asimilables a domiciliarios, tales como restos de frutas y verduras, poda y jardinería, entre otros. En la eventualidad de que estos residuos lleguen mezclados con materiales no compostables o contaminados, tales como plásticos, vidrios o metales, dichos elementos serán considerados rechazo del proceso. Estos serán almacenados transitoriamente en un contenedor dispuesto al final de la línea de pretratamiento, para su posterior derivación al relleno sanitario que se encontrará operativo.

3.4.2. DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INSTALACIÓN DE MANEJO DE RESIDUOS

La instalación está diseñada para la valorización de residuos orgánicos mediante su transformación en compost y/o mejorador de suelos, con una capacidad proyectada de procesamiento de hasta 7 toneladas por día en su punto máximo. El diseño considera criterios de eficiencia operativa,

seguridad laboral y cumplimiento normativo, priorizando la transformación de la fracción orgánica en compost de calidad y la adecuada gestión de los rechazos no compostables.

3.4.2.1 ESPECIFICACIONES DE DISEÑO Y PRINCIPALES UNIDADES OPERATIVAS

A continuación, se presentan las principales especificaciones técnicas de la instalación, junto con las unidades operativas que conforman su infraestructura. Cada una de estas unidades cumple una función específica dentro del flujo de procesamiento de residuos orgánicos, abarcando las etapas de recepción, tratamiento, maduración y almacenamiento del compost final.

a) **Control de ingreso**: Portón de acceso con caseta de control, punto en el cual el personal realizará la inspección visual y control documental, para dar el paso a la zona de pesaje.

b) **Recepción y Selección:** En esta etapa, los residuos orgánicos son recibidos en la planta y descargados en una zona destinada para su inspección inicial. Se realiza una revisión visual y manual para identificar y retirar materiales no orgánicos o contaminantes, como plásticos, metales o vidrios, que puedan interferir con el proceso de compostaje o afectar la calidad del producto final. Esta selección garantiza que los residuos que ingresen al proceso sean aptos para la degradación biológica, asegurando una transformación eficiente y un compost de buena calidad.

c) **Estabilización biológica (Pilas de compostaje):** Los residuos orgánicos serán dispuestos en pilas alineadas que se formarán mediante un llenado diario continuo durante un período de 45 días. Cada pila será volteada mecánicamente con el apoyo de una volteadora o miniexcavadora y dos operadores, lo que permite mantener condiciones aeróbicas adecuadas para la actividad microbiana responsable de la descomposición y estabilización de la materia orgánica.
El proceso de maduración final tendrá una duración estimada de 45 días, período en el cual los residuos alcanzan un nivel de estabilización adecuado. A medida que se completa el proceso en las pilas más antiguas, estas son vaciadas y su espacio es reutilizado para la formación de nuevas pilas con material fresco.

El control de humedad se realiza de forma manual mediante un sistema de riego superficial. En caso de utilizar agua potable o sin carga contaminante, el producto final podrá ser clasificado como Compost.

d) **Tamizado:** Los residuos son tamizados de forma manual con un tamiz metálico y la ayuda de una Retroexcavadora o cargador frontal para recuperar la fracción igual o menor a 16 mm denominada Compost. Para mejorador de suelo no es necesario siempre tamizar.

e) **Ensacado/almacenaje**: con la retroexcavadora o cargador frontal los residuos son almacenados en contenedores para ser transportados al destino final.

f) **Área de almacenamiento temporal:** Superficie techada para resguardo de materiales valorizados, con señalización y organización por tipo de residuo.

g) **Zona de rechazo:** Espacio segregado para almacenamiento de materiales no compostables, con retiro periódico hacia el relleno sanitario.

h) **Oficinas y servicios anexos:** Incluye áreas administrativas con servicios higiénicos para el personal.

3.4.2.2 MAQUINARIAS Y EQUIPOS PRINCIPALES

La siguiente tabla presenta las maquinarias y equipos principales contemplados para el adecuado funcionamiento de la planta de compostaje. La selección de estos recursos ha sido realizada en función de los requerimientos operativos asociados a las etapas de recepción, clasificación, tratamiento y acopio de los residuos orgánicos valorizables, asegurando eficiencia operativa, continuidad del proceso y cumplimiento de los estándares técnicos, ambientales y sanitarios aplicables.

Equipo	Cantidad	Función principal	Especificaciones técnicas	Potencia
Miniexcavadora / Cargador frontal	1	Carga, descarga y movimiento de residuos y compost.	Capacidad: 0,3–1 m³	21Hp
Volteador de pilas (opcional)	1	Aireación y homogenización del material durante la fase activa.	Puede ser mecánico o acoplado a tractor.	-
Trituradora de residuos	1	Reducción de tamaño de residuos de poda, ramas y material estructurante.	Capacidad según caudal (3–10 t/h)	22 Hp
Criba o trómel	1	Separación de impurezas y obtención de compost refinado.	Malla intercambiable; granulometría regulable.	4 Hp
Sistema de riego manual o automático	-	Control de humedad en las pilas.	Mangueras, aspersores o sistema por goteo.	-
Termómetros de compostaje	2	Monitoreo de la temperatura interna de las pilas.	Rango 0–100 °C; sondas de acero inoxidable.	-
Balanzas	1	Control de peso compost generado	Distintas capacidades	-
Ensacadora	1	Dosificación y envasado del compost final en sacos para su comercialización o distribución.	Capacidad: 3–10 t/h (según modelo) semiautomática o automática Compatible con sacos de 25, 40 o 50 kg Puede incluir cinta	-

Equipo	Cantidad	Función principal	Especificaciones técnicas	Potencia
			transportadora y sellador térmico	

3.4.2.3 INSUMOS REQUERIDOS

Para el funcionamiento continuo y eficiente de la Planta de Compostaje, se requiere el abastecimiento regular de diversos insumos operacionales. Estos insumos son necesarios para el desarrollo de las actividades diarias de recepción, clasificación, limpieza, mantenimiento de equipos y resguardo de condiciones sanitarias adecuadas. A continuación, se detallan los principales insumos considerados, junto con sus características generales.

- Energía eléctrica trifásica.
- Agua potable para uso sanitario y limpieza (3,6 m³/día).
- Materiales de embalaje (flechillas, etiquetas, pallets).
- Equipos de protección personal (guantes, cascos, mascarillas).
- Lubricantes, repuestos y suministros menores para mantenimiento.

3.4.2.4 EFICIENCIAS ESPERADAS DEL PROCESO

El rendimiento de la planta de compostaje se evalúa a través de indicadores clave de eficiencia, los cuales permiten medir la eficacia operativa del sistema, el grado de valorización de los residuos orgánicos y su contribución a la reducción de residuos enviados a disposición final. Las eficiencias aquí descritas se basan en experiencias de operación en instalaciones de características similares, el desempeño proyectado de los equipos utilizados y las condiciones de segregación en origen de los residuos orgánicos.

- **Tasa de valorización de residuos orgánicos:**
  Se estima una eficiencia de estabilización y conversión de residuos orgánicos en compost de entre 70% y 80% en peso seco, considerando una adecuada segregación en origen y control de humedad.
- **Reducción de volumen de residuos enviados a disposición final:**
  Se proyecta una reducción superior al 95% del volumen inicial de residuos orgánicos recibidos, debido al proceso de descomposición biológica y manejo de rechazos no compostables.
- **Capacidad de procesamiento:**
  La planta está diseñada para una capacidad máxima de procesamiento de hasta 7 toneladas por día, en un turno operativo de 8 horas, ajustable según la estacionalidad de la generación y disponibilidad de residuos.

3.4.2.5 DIMENSIONAMIENTO DE LA PLANTA DE COMPOSTAJE

El diseño de la Planta de Compostaje se ha desarrollado considerando tres variables fundamentales: la proyección de generación de residuos orgánicos a tratar, la superficie requerida para cada una de las etapas del proceso (recepción, pretratamiento, compostaje, maduración, cribado y acopio), y la dotación de personal necesaria para asegurar una operación eficiente, segura y continua.

Estas variables han sido analizadas con el objetivo de garantizar que la infraestructura sea adecuada a la demanda proyectada desde el inicio de las operaciones, y cuente con la flexibilidad necesaria para acompañar su crecimiento futuro. Lo anterior se enmarca en las políticas de valorización de residuos orgánicos, la reducción de disposición final y el fortalecimiento de la participación ciudadana en la segregación en origen.

A continuación, se detalla un resumen técnico que contempla los principales aspectos considerados en el dimensionamiento.

- **Dimensionamiento de áreas:**
  - ✓ Cancha acopio material estructurante: 600 m^3
  - ✓ Galpón maduración: 3.066 m^2

- **Proyección de generación de residuos reciclables:**
  Según datos históricos y proyecciones municipales, se estima un ingreso anual del orden de 420 toneladas, con crecimiento del 3,2% anual. Esto sustenta la capacidad de diseño de la planta.

- **Dotación de personal:**
  - ✓ Turno base: 3 personas (operadores).

3.4.3. CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS DE LA INSTALACIÓN

La Planta de Compostaje ha sido diseñada con criterios de funcionalidad, durabilidad y cumplimiento normativo, considerando las condiciones operativas del proceso y los estándares ambientales y sanitarios aplicables. La infraestructura contempla áreas definidas para la recepción, pretratamiento, maduración, cribado, acopio de compost y almacenamiento de rechazos.

Las edificaciones y estructuras principales están conformadas por superficies pavimentadas en hormigón o estabilizadas con ripio compactado, según el tipo de actividad a realizar. Se incorpora un sistema de drenaje para la recolección de líquidos y una red de riego para el control de humedad en las pilas.

El diseño general considera cubiertas en zonas sensibles al agua lluvia (como cribado y acopio de compost), cierre perimetral, iluminación de seguridad, señalización operativa y accesos para maquinaria. La distribución de las áreas funcionales busca optimizar el flujo del proceso, la seguridad del personal y la eficiencia del uso del terreno disponible.

A continuación, se presentan las principales unidades que conforman la infraestructura de la planta de compostaje, junto con una descripción detallada de sus características constructivas, funciones específicas dentro del proceso y consideraciones técnicas relevantes para su operación.

3.4.3.1 ÁREA DE RECEPCIÓN

El área de recepción constituye el primer punto de ingreso de los residuos orgánicos al sistema de compostaje, contiguo al área donde se acopia el material estructurante. Esta zona ha sido diseñada para permitir una descarga segura, ordenada y eficiente de los residuos provenientes de diversas fuentes.

Se trata de una plataforma de hormigón armado de alta resistencia, con una pendiente suave dirigida hacia un canal de recolección de líquidos. La superficie cuenta con dimensiones adecuadas para el ingreso de camiones recolectores y su maniobra de descarga, así como espacio para la inspección visual del contenido y la segregación inicial de elementos no compostables.

El área está delimitada y señalizada, con acceso restringido al personal autorizado, y contempla elementos de contención perimetral, iluminación, y eventualmente una cubierta liviana que permita operar en condiciones climáticas adversas. La operación en esta zona es asistida por maquinaria menor (como minicargadores), que facilita el traslado del material hacia las siguientes etapas del proceso.

3.4.3.2 GALPÓN PRINCIPAL

Estructura metálica de tipo modular con cubierta de acero galvanizado, con altura libre suficiente (mínimo 8 m) para permitir el uso de maquinaria como cargadores frontales, cintas transportadoras y prensas. En términos generales se considera:

- Pavimento de hormigón de alta resistencia, diseñado para soportar el tránsito de maquinaria y equipos semi pesados.
- Estructura metálica con techumbre resistente a la intemperie, que permitirá la protección de los residuos y equipos frente a condiciones climáticas.
- Sistema de iluminación artificial adecuado para operación diurna y nocturna, eventualmente, cumpliendo con las normas de seguridad laboral.
- Sistema de captación de aguas lluvias que impide el ingreso al interior de la planta de compostaje, y en el exterior evitará acumulaciones y su desvío a cursos naturales del terreno.
- Rutas de circulación claramente definidas para vehículos y personal, con señalización horizontal y vertical.

3.4.3.3 ÁREA DE TAMIZADO

El área de tamizado corresponde a la etapa del proceso donde el compost estabilizado es sometido a un cribado mecánico con el fin de separar las fracciones finas útiles del material no compostado o

elementos gruesos, como restos de poda, plásticos u otros impropios que puedan haber resistido el proceso biológico.

Esta área está conformada por una plataforma de hormigón armado o superficie estabilizada, diseñada para soportar el peso de la maquinaria utilizada y facilitar el movimiento de cargadores y operadores. Se instala una criba rotatoria (trómel) o criba vibratoria, con capacidad acorde al volumen de producción, equipada con mallas de selección de distintos diámetros, normalmente entre 10 y 25 mm, según el estándar del producto final.

El área de tamizado incluye zonas diferenciadas para el acopio del compost cribado (fracción fina), el rechazo grueso (fracción no compostable), y la carga de sacos o transporte a almacenamiento. La operación es asistida por minicargadores u otra maquinaria liviana para el abastecimiento continuo de la criba.

Se contemplan medidas de control de polvo, señalización de seguridad y una eventual cubierta liviana para proteger el equipo y el material durante condiciones climáticas adversas. Este proceso es clave para asegurar la calidad comercial y agronómica del compost, cumpliendo con los parámetros establecidos por la NCh2880/2015.



Figura 10. Imagen referencial trommel

3.4.3.4 ÁREA DE ENSACADO

El área de ensacado corresponde a la etapa final del proceso productivo de la planta de compostaje, donde el compost estabilizado y cribado es acondicionado para su distribución y comercialización. Esta zona ha sido diseñada para garantizar un envasado eficiente, seguro y conforme a las condiciones sanitarias y operativas del proyecto.

La infraestructura consiste en una superficie pavimentada de hormigón nivelada al interior del galpón principal, con espacio suficiente para la instalación de la ensacadora automática o semiautomática, zonas de acopio temporal de compost cribado y áreas para el almacenamiento de sacos llenos. El área contempla conexión eléctrica para la operación del equipo, iluminación adecuada para turnos extendidos y acceso para vehículos menores que retiran el producto final.

El sistema de ensacado permite dosificar el compost en formatos de presentación variable (por ejemplo, 25 o 50 kg), favoreciendo su manejo logístico y comercial. Esta operación es realizada por

personal capacitado, con apoyo de maquinaria como bandas transportadoras y paletizadoras manuales, lo que asegura continuidad operativa y reducción del esfuerzo físico.

Se incorpora señalización de seguridad, equipos de protección personal y medidas de control de polvo, en línea con los estándares laborales y sanitarios aplicables.



Figura 11. Imagen referencial - ensacadora

3.4.3.5 ÁREA DE RESIDUOS RECHAZADOS

Espacio segregado para contenedores open top que permiten el almacenamiento temporal de residuos compostables hasta su traslado al relleno sanitario.

3.4.3.6 URBANIZACIÓN Y ACCESOS

Vías de acceso y circulación internas estabilizadas, con señalética de seguridad, zonas de carga y descarga diferenciadas, y estacionamientos para vehículos livianos y pesados. Se contempla un cierre perimetral completo y portones controlados del Centro Metropolitano de Gestión Integral Residuos.

3.4.3.7 INFRAESTRUCTURA SANITARIA Y AMBIENTAL

Sistema de aguas lluvias y aguas servidas, luminarias LED, sistema de extinción de incendios (extintores, redes húmedas) y puntos de almacenamiento de EPP.

3.5. A.5 FORMAS DE ABATIMIENTO DE EMISIONES Y DE CONTROL Y MANEJO DE RESIDUOS

La gestión ambiental de la Planta de compostaje del proyecto considera estrategias diferenciadas para cada una de las fases del proyecto —construcción, operación y cierre— con el objetivo de minimizar las emisiones al entorno y manejar adecuadamente los residuos generados en cada etapa. A continuación, se describen las principales medidas contempladas.

3.5.1. FASE CONSTRUCCIÓN

Durante esta etapa, se priorizará el control de emisiones y la gestión de residuos asociados a las actividades de obra.

Control de emisiones:

- Aplicación de riego periódico en caminos interiores y superficies expuestas para controlar polvo.
- Cobertura de materiales acopiados con lonas o mallas, especialmente áridos y tierra.
- Control de velocidad de los vehículos en tránsito dentro del predio.
- Mantención periódica de maquinaria para evitar emisiones excesivas de gases y ruidos.

Control de residuos:

- Separación de residuos de construcción (escombros, maderas, metales) para su valorización o disposición.
- Instalación de contenedores diferenciados en el área de faenas.
- Disposición periódica de residuos no valorizables en el Relleno Sanitario.
- Gestión de residuos domiciliarios generados por los trabajadores (estimados en función del personal diario).

3.5.2. FASE OPERACIÓN

Durante la operación, se implementarán medidas orientadas a mitigar emisiones propias del proceso de tratamiento y a garantizar una gestión eficiente de los residuos generados.

Control de emisiones:

- Control de polvo mediante humectación de áreas de tránsito y patios de acopio.
- Ventilación natural en zonas de clasificación de residuos.
- Limpieza regular de las áreas operativas para evitar acumulación de residuos.
- Mantención de equipos de tratamiento y vehículos utilizados en la operación.

Control de residuos:

- Registro diario del ingreso y clasificación de residuos recibidos.
- Separación de residuos compostables y rechazo, con seguimiento a su disposición o traslado final.
- Disposición segura de residuos no compostables en el relleno sanitario del proyecto.
- Educación y capacitación permanente del personal en gestión de residuos y protocolos ambientales.

3.5.3. FASE DE CIERRE

En la etapa de cierre se contemplan medidas orientadas a minimizar impactos remanentes y asegurar la correcta disposición de los residuos acumulados.

Control de emisiones:

- Retiro de materiales y equipos que puedan generar emisiones residuales.
- Control de polvo durante actividades de desmantelamiento mediante riego localizado.
- Evaluación de eventuales emisiones asociadas al cierre de zonas de acopio.

Control de residuos:

- Plan de limpieza final y retiro de todos los residuos almacenados o remanentes.
- Eliminación o reciclaje de estructuras desmontables, equipos y materiales sobrantes.
- Informe de cierre con inventario y trazabilidad de los residuos gestionados.

3.6. A.6 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE MANEJO DE RECHAZOS

La planta de compostaje dispone de un sistema de manejo de rechazos orientado a optimizar la eficiencia del proceso y asegurar que el compost final cumpla con los estándares de calidad establecidos. Los rechazos corresponden a materiales que, por su composición física, presencia de contaminantes o falta de biodegradabilidad, no pueden ser incorporados al proceso de compostaje. Estos residuos serán retirados de forma segura durante las etapas de recepción, pretratamiento o tamizado, y serán almacenados temporalmente en contenedores habilitados para su posterior disposición en el relleno sanitario del proyecto, el cual estará en operación al momento de la puesta en marcha de la planta.

3.6.1. CONTROL AL INGRESO DE RESIDUOS Y CRITERIOS DE RECHAZO

Al momento de la recepción de residuos, se implementa un sistema de control riguroso destinado a verificar que los materiales ingresados cumplan con los criterios establecidos para su compostaje. Este control se realiza de forma presencial por personal capacitado, en el área de pesaje o punto de descarga, antes de que los residuos ingresen al proceso productivo de la planta de compostaje.

Cada carga recibida es sometida a una inspección visual preliminar, que tiene por objeto identificar la presencia de elementos no reciclables, contaminantes, peligrosos o que no correspondan al tipo de residuo autorizado por la planta. En esta inspección se consideran, entre otros, los siguientes criterios de rechazo:

- Presencia de residuos orgánicos, restos de alimentos o material en estado de descomposición.
- Residuos peligrosos (pilas, baterías, aceites, solventes, residuos sanitarios, entre otros).
- Mezcla de materiales que impida su compostaje (por ejemplo, plásticos, vidrios entre otros).
- Materiales altamente contaminados con sustancias líquidas o lodosas.
- Residuos que no corresponden a la categoría aceptada por la planta.

En caso de detectarse alguno de estos elementos, se procederá a rechazar total o parcialmente la carga, dejando constancia en un acta de no conformidad, la cual será firmada por el transportista y el responsable de recepción. Esta acta especificará las razones del rechazo y las acciones a seguir, que pueden incluir el retiro inmediato del material o su segregación y tratamiento diferenciado, si corresponde.

Este sistema de control al ingreso tiene como objetivo asegurar la eficiencia del proceso de compostaje, evitar la contaminación de materiales valorizables y cumplir con la normativa ambiental vigente.

3.6.2. GESTIÓN DE RECHAZOS GENERADOS EN EL PROCESO PRODUCTIVO

Durante el desarrollo del proceso de compostaje, se generan ciertos residuos que no pueden ser compostados debido a su naturaleza, a su estado de contaminación o a su incompatibilidad con las condiciones del proceso biológico. Estos rechazos se identifican principalmente en las etapas de recepción, pretratamiento y tamizado, y pueden incluir plásticos, vidrios, metales, textiles, residuos sanitarios u otros elementos impropios presentes en la fracción orgánica.

La planta de compostaje cuenta con un sistema de gestión de rechazos diseñado para minimizar su generación y asegurar su adecuado manejo. Los materiales no compostables detectados son separados manual o mecánicamente, almacenados de forma transitoria en contenedores dispuestos en áreas específicas, y retirados periódicamente para su disposición final segura en el relleno sanitario del proyecto, el cual estará operativo de forma simultánea con la planta.

Además, se implementarán medidas de control y seguimiento para cuantificar y caracterizar los rechazos, lo que permitirá identificar oportunidades de mejora en la calidad de la fracción orgánica ingresada y retroalimentar las estrategias de educación ambiental y separación en origen. Esta gestión integral busca reducir el impacto ambiental del proceso, optimizar los índices de valorización y cumplir con los estándares técnicos y sanitarios establecidos por la normativa vigente.

3.7. A.7 PLAN DE VERIFICACIÓN Y SEGUIMIENTO DE LOS RESIDUOS A SER TRATADOS Y RECHAZADOS

La Planta de Compostaje del proyecto implementará un plan integral de control, verificación y seguimiento de los residuos, con el fin de garantizar una gestión segura, eficiente y trazable de todos los flujos de residuos que ingresan a la planta, así como de aquellos que se generan durante el proceso productivo o se rechazan porque no cumplen los estándares establecidos.

Este plan contempla las siguientes componentes fundamentales:

a) **Registro de ingreso de residuos:** Todos los residuos que ingresen a la planta serán identificados, clasificados y registrados mediante un sistema de control documental que incluirá la fecha de ingreso, tipo de residuo, cantidad estimada, procedencia, transportista y condición del material. Este registro será gestionado mediante formatos físicos y/o plataformas digitales con respaldo automático.

b) **Verificación en el punto de recepción:** Se establecerá un punto de control inicial donde personal capacitado realizará una inspección visual y documental del residuo. En esta etapa se validará que los residuos correspondan a las tipologías aceptadas para tratamiento en la planta. Los residuos no conformes serán rechazados o derivados al relleno sanitario según corresponda.
c) **Seguimiento interno de residuos tratados:** Una vez aceptados, los residuos seguirán rutas operativas internas predefinidas según su tratamiento. Se llevará un seguimiento de las cantidades tratadas, pérdidas del proceso, material valorizado y material rechazado. Este seguimiento se integrará con los reportes de operación y será auditado periódicamente.
d) **Gestión de residuos generados internamente:** Las actividades propias de la operación generarán residuos como residuos domiciliarios de trabajadores, materiales contaminados o embalajes. Estos serán almacenados temporalmente en áreas autorizadas para luego ser trasladados al relleno sanitario.
e) **Control de almacenamiento temporal:** Todas las áreas de almacenamiento temporal estarán debidamente señalizadas y equipadas para evitar derrames, mezclas o acumulaciones no autorizadas. Se llevará un control de inventario de residuos almacenados, indicando su permanencia máxima en planta según la normativa vigente.
f) **Trazabilidad y reporte:** El plan contempla mecanismos de trazabilidad para todos los residuos tratados o generados, desde su ingreso hasta su valorización, eliminación o despacho. Se elaborarán reportes mensuales y anuales que servirán de base para auditorías internas, informes a la autoridad competente y procesos de mejora continua.
g) **Capacitación y revisión periódica:** Todo el personal involucrado en el manejo de residuos será capacitado en protocolos operativos y de seguridad. Además, el plan será revisado y actualizado periódicamente en función de los resultados operacionales, cambios normativos o introducción de nuevas tecnologías en la planta.

Este plan constituye una herramienta clave para asegurar el cumplimiento de los principios de responsabilidad ambiental, eficiencia operativa y transparencia en la gestión de residuos dentro de la planta de compostaje.

3.8. A.8 – A9 PLAN DE CONTINGENCIAS Y PLAN DE EMERGENCIA

De acuerdo con lo exigido en el literales a.8) del artículo 140 del D.S. Nº40/2012 a continuación, se detalla el Plan de Prevención de Contingencias y Emergencias asociado a las eventuales situaciones de riesgo identificadas en las fases de construcción, operación y cierre del Proyecto.

El objetivo del Plan de Prevención de Contingencias y Emergencias es minimizar los niveles de incertidumbre asociados a las eventuales situaciones de riesgo al medio ambiente y describir las acciones a adoptar frente a la ocurrencia de incidentes que pudiesen afectar al medioambiente, trabajadores e instalaciones del Proyecto.

3.8.1. OBJETIVO

El objetivo del Plan de Prevención de Contingencias y Emergencias es establecer un conjunto de procedimientos, recursos y responsabilidades que permitan prevenir, responder y recuperar eficazmente frente a situaciones de emergencia o eventos inesperados que puedan afectar la salud y seguridad de las personas, el medio ambiente, la infraestructura o la continuidad operativa de la planta de compostaje. Este plan busca minimizar los riesgos, reducir el impacto de los incidentes y garantizar una actuación coordinada y oportuna ante cualquier eventualidad.

3.8.2. PLAN DE CONTINGENCIA Y EMERGENCIA

A continuación, se presenta el plan de contingencias y emergencias para la planta de compostaje.

Situación de riesgo o contingencia de incendios	
Riesgo de incendio forestal de carácter natural o antrópico y Riesgo de incendio industrial, de carácter natural o antrópico.	Incendios; se define como la probabilidad que la población, dependiendo de su presencia y conducta, inicie un incendio forestal o industrial.
Fase del proyecto a la que aplica	Todas sus fases
Emplazamiento, parte, obra o acción asociada	Planta de compostaje y Áreas Anexas
Acciones o medidas a implementar para prevenir la contingencia	Descripción: Probabilidad que ocurra un siniestro incendiario los alrededores del predio o predios aledaños, producto de las altas temperaturas y vientos en meses de verano, donde las temperaturas sobrepasan los 30° Celcius, o bien por intervención antrópica o en las instalaciones del proyecto, producto de algún corte eléctrico o mala manipulación de artefactos que puedan generar este tipo de siniestros. Objetivo: Garantizar la protección a la integridad física del personal de Proyecto, así como también evitar la ocurrencia de eventos que pongan en riesgos la salud ocupacional de los trabajadores. Plazos: Desde el primer día hasta el término de la vida útil del proyecto.

	Lugar de implementación: En todo el proyecto y su área de influencia. Oportunidad: Será por medio de la actualización periódica de la Identificación de peligros y evaluación de los riesgos asociados a la actividad a ejecutar. Indicador de cumplimiento: Número de simulacros. Acciones: 1.- Riesgo de incendio industrial, de carácter natural o antrópico. Disposición en las instalaciones del proyecto los elementos de extinción de incendios adecuados (extintores, etc.), realizando las mantenciones periódicas, según se establece en la normativa vigente. Se realizarán capacitaciones a trabajadores en el correcto uso de los elementos de protección y combate contra incendios. Identificación y señalización de zonas donde esté expresamente prohibido cualquier actividad que pueda generar chispas, tales como encender fuego, fumar, portar o mantener elementos que puedan ocasionar chispas, entre otros.
Forma de control y seguimiento	Se elaborará el plan de prevención contra incendios y programas de prevención de riesgos que cuenten a lo menos con las siguientes medidas generales aplicables para todas las fases del Proyecto. Además, estas medidas de control y seguimiento aplicaran para todo el personal involucrado incluyendo contratistas y subcontratistas. a) Identificación de peligros y evaluación de los riesgos asociados a la actividad a ejecutar. b) Cumplimiento de la normativa vigente. c) Reglamento interno de seguridad e Higiene. d) Desarrollo de instructivos y/o procedimientos de trabajos. e) Programas de Capacitación f) Desarrollo de entrenamientos y simulacros. g) Capacitación sobre los Elementos de Protección Personal (EPP).
Acciones o medida a implementar para controlar la emergencia	Descripción: En el caso de que se materialice un incendio en las instalaciones (industrial), se seguirá el plan de acción correspondiente. Objetivo: Proporcionar los lineamientos organizacionales y técnicos para responder a las Emergencias de posible ocurrencia en el trayecto hacia o desde el proyecto. Lugar de implementación: En todo el proyecto y su área de influencia. Oportunidad: Una vez establecidas las acciones correctivas o preventivas adecuadas y definitivas, se deberá diseñar un plan de acción en donde se defina claramente: a) La descripción de las acciones a tomar para dar solución a la no conformidad. b) La identificación de los responsables que aplicarán las acciones correctivas. c) Las fechas límites de aplicación. d) El seguimiento que se dará a las acciones establecidas para determinar que hubieran sido las más apropiadas.

	Una vez que se determine que las acciones fueron implementadas y se ha dado solución a la no conformidad, se procede al cierre de esta. Posteriormente se verificará el operar de la acción correctiva para evaluar su efectividad. Indicador de cumplimiento: Estará dado por la Investigación de accidentes y/o incidentes Acciones: En caso de detectar humo o llama, se dará un aviso de alerta de emergencia a través de alarma sonora, a viva voz y/o por el medio de comunicación más cercano (teléfono, radio, etc.). Al momento de activarse la alarma de incendio, el personal deberá evacuar hacia los Puntos de Encuentro de Emergencias (PEE), y el personal capacitado en manejo de extintores y/o combate de incendios procederá a extinguir el amago de incendio con el dispositivo de extintor correspondiente al tipo de fuego que se haya originado. En el caso de que el incendio ya sea declarado y no pueda ser controlado por el personal, se procederá a las entidades externas que corresponda, en este caso cuerpo de bomberos de Arica. Tener conocimiento de las Vías de Evacuación y Puntos de Encuentro de Emergencias (PEE) en las áreas de trabajo. En caso de incendio evacuar ordenadamente, evitar el pánico, caminar a velocidad normal, no correr. Ayudar a evacuar a las personas que presenten problemas. Otorgar los primeros auxilios en caso de ser necesario. No tener actitudes temerarias, que puedan poner en riesgo la integridad física propia y de las otras personas. Si eventualmente el fuego alcanzará a encender la ropa que lleve puesta, no se deberá salir corriendo, sino que deberá dejarse caer al suelo y comenzar a rodar una y otra vez, hasta lograr sofocar las llamas, cubriéndose en todo momento el rostro con las manos. Una vez que se haya evacuado, el personal no podrá devolverse hasta que haya sido superada la emergencia.
Oportunidad y vías de comunicación a la SMA de la activación del Plan	Se informará a las autoridades competentes según la legislación vigente.

Medidas y Estrategias de Contingencia para Riesgos Naturales	
RIESGO	SÍSMICO
Fase del proyecto a la que aplica	Todas sus fases
Emplazamiento, parte, obra o acción asociada	Planta de compostaje y Áreas Anexas

Acciones o medidas a implementar para prevenir la contingencia	Descripción: Las instalaciones del Proyecto se diseñarán según las normas y/o estándares nacionales e internacionales para la resistencia sísmica, por lo que será construido con la capacidad de resistir sismos de magnitudes esperables para la Región de Arica y Parinacota. Objetivo: Garantizar la protección a la integridad física del personal y del medio ambiente del área de influencia del Proyecto. Plazos: Desde el día uno del proyecto hasta el término de su vida útil. Lugar de implementación: Se aplicará a todo el personal involucrado directa o indirectamente en la ejecución del Proyecto, en sus fases de: construcción, operación y cierre, abarcando a toda el área de las actividades del Proyecto, que se encuentre dentro del área de influencia del proyecto. Indicador de cumplimiento: Número de simulacros realizados al año/número ideal de simulacros al año. a) Se dispondrá de una estrategia de evacuación en caso de sismos, la cual será difundida a todo el personal. b) Contar con zonas de seguridad y puntos de encuentro seguro para sus trabajadores y tener un plan de acción ante la emergencia. c) Se realizarán simulacros para todo el personal que desarrolle sus actividades dentro del proyecto, con el fin de estar preparados en caso de un eventual sismo o terremoto. d) En caso de ocurrir un siniestro de gran escala se activará inmediatamente el Plan de Emergencias. e) En caso de ocurrir un siniestro de gran escala, se verificará posteriormente los daños causados en las instalaciones.
Formas de control y seguimiento	El plan de emergencia será revisado y probado a través de simulacros. El experto en prevención de riesgos en conjunto con el jefe de Planta, programarán los simulacros, los que serán informados en el formulario de Informe de Simulacro. Para cada simulacro, la jefatura del área nombrará un observador, quien es responsable de evaluar si dicho simulacro se realiza de acuerdo con lo establecido en el plan correspondiente.

Acciones o medida a implementar para controlar la emergencia	Descripción: Se ejecutará un plan de acción, donde se le entregará a todo el personal, una guía de acción a seguir en el caso de producirse una emergencia por Movimientos Telúricos, de tal forma de tomar todas las medidas preventivas que correspondan y así minimizar al máximo los riesgos, que pudiesen ocasionar daños a las personas. Objetivo: Proporcionar los lineamientos organizacionales y técnicos para responder a la Emergencia de posible ocurrencia en las actividades y obras realizadas en el Proyecto, dentro de todas sus fases. Lugar de implementación: Se aplicará a todo el personal involucrado directa o indirectamente en la ejecución del Proyecto, en sus fases de: construcción, operación y cierre, abarcando a toda el área de las actividades del Proyecto, que se encuentre en el área de influencia. Oportunidad: Se indicarán en el formulario de evaluación ante emergencias en la sección de recomendaciones. Indicador de cumplimiento: Resultado del análisis de los procedimientos. Acciones antes del movimiento telúrico: a) Se deberá mantener la calma, controlando cualquier posible caso de pánico entre el personal. b) Evacuar al personal de las áreas de trabajo, oficinas y/o instalaciones de faena, por las vías de evacuación correspondientes hacia los Puntos de Encuentro de Emergencias (PEE) establecidos; se deberá velar porque ésta esté libre de riesgos de: caída de objetos, materiales, luminarias o cortes de cables de alta tensión, los cuales pudiesen tener graves consecuencias para las personas. c) En lo posible los responsables de áreas deberán velar por: cortar el suministro de agua, gas, y sistemas eléctricos asociados a sus áreas de trabajo, apagar motores de equipos, etc., siempre y cuando el realizar estas actividades no implique poner en riesgo su integridad física. d) Quedará prohibido reingresar a las instalaciones a buscar cualquier pertenencia o salvaguardar cualquier objeto, equipo o material durante el movimiento telúrico. El acceso quedará restringido hasta que se identifiquen y evalúen los riesgos asociados y derivados de este evento por personal de Prevención de Riesgos, quienes serán los responsables de autorizar el reingreso a las áreas de trabajo. e) Si el movimiento sísmico es demasiado fuerte y los trabajadores no puedan mantenerse en pie, se deberá solicitar que se sienten o arrodillen en el área del PEE, protegiendo su cabeza, y solo deberán ponerse de pie una vez finalizado el movimiento telúrico. f) Si eventualmente personal se quedara en el interior de las áreas de trabajo siendo imposibilitada su evacuación, estos deberán usar el concepto de “triángulo de vida”, ubicándose en posición fetal al costado de un elemento u objeto de mayor tamaño o peso, para

	que en caso de desplome de algún elemento superior o lateral se genere un espacio vacío entre ellos, lo cual podrá salvaguardar la vida de las personas. Acciones después del movimiento telúrico: a) Una vez finalizado el evento se deberá verificar que el personal se encuentra en su totalidad en el PEE, y en buenas condiciones, ayudando a aquellos que lo necesitan. b) Se procederá a prestar atención de Primeros Auxilios al personal que haya sufrido algún tipo de lesión menor producto de este evento, esta actividad solo podrá ser realizada por personal debidamente capacitado. En el caso de lesiones mayores se procederá a informar a las entidades que corresponda para trasladar al lesionado al Centro Asistencial más cercano para su evaluación. c) Se deberá tener especial cuidado con cables eléctricos que se hayan cortado por efectos del movimiento telúrico, y que pudiesen entrar en contacto directo con el personal, o con los objetos que se encuentran cerca o en contacto con ellos, ya que estos podrían provocar un posible puente eléctrico que pudiese ocasionar un accidente con graves consecuencias. Después de un movimiento telúrico significativo, se deberá permanecer en estado constante de alerta, ya que se seguirán suscitando réplicas de magnitud igualmente considerables.
Oportunidad y vías de comunicación a la SMA de la activación del Plan de Emergencia	Se informará a las autoridades competentes según la legislación vigente.

Situación de riesgo o contingencia por Accidentes Laborales	
RIESGO	Por accidentes laborales
Fase del proyecto a la que aplica	Todas sus fases, excepto el riesgo por caídas de árboles que sería solo en la etapa de construcción.
Emplazamiento, parte, obra o acción asociada	Planta de compostaje y Áreas Anexas
Acciones o medidas a implementar para prevenir la contingencia	Descripción: El riesgo laboral es la posibilidad de que un trabajador sufra una enfermedad o accidente laboral. Objetivo: Garantizar la protección a la integridad física del personal de Proyecto, así como también evitar la ocurrencia de eventos que pongan en riesgos la salud ocupacional de los trabajadores. Plazos: Desde el primer día hasta el término de la vida útil del proyecto. Lugar de implementación: En todo proyecto y su área de influencia. Oportunidad: Será por medio de la actualización periódica de la Identificación de peligros y evaluación de los riesgos asociados a la actividad a ejecutar.

	Indicador de cumplimiento: Se considerarán los resultados de las Inspecciones preventivas, Inspecciones de comportamiento del trabajador y la Investigación de incidentes. Acciones: 1.- Riesgo de caída del trabajador por distinto y mismo nivel. Utilizar calzado de seguridad para el tipo de trabajo o actividad a realizar. Además, se deberá usar guantes en todo momento de una actividad. Mantener las vías de paso señalizadas, despejadas, limpias y demarcadas. Si las zonas de paso o el suelo se encuentran de forma no adecuada, se avisará de inmediato al responsable de prevención de riesgos. En el caso de caídas desde distinto nivel, todo trabajador que trabaje sobre 1,80 metros de altura llevara su arnés de trabajo en altura debidamente revisado y autorizado. 2.- Riesgo por contacto eléctrico. Todo objeto o herramienta de carácter eléctrico que se utilice deberá estar certificada y en óptimas condiciones de funcionamiento. Todos los trabajos con herramientas eléctricas se deberán usar los EPP requeridos, como guantes para riesgo eléctrico, lentes protectores, entre otros. Las actividades solo se realizarán por personal capacitado y autorizado en temas eléctricos. Además, se realizará capacitaciones en manejo de herramienta eléctricas. Uso de señalética correspondiente. Según Norma Chilena 1411. Se elaborará un procedimiento específico para los trabajos con energía eléctrica, el cual será difundido a todo trabajador que realice actividades de este tipo. 3.- Riesgo de interacción hombre-máquina. Se mantendrán debidamente señalizados y segregados con barreras duras (pretil, new jersey de cemento, entre otros), los caminos internos para vehículos y los para peatones. Cada vez que un operador o chofer descienda de su máquina, deberá primeramente detener y apagar su vehículo antes de salir de él. Se deberá mantener una distancia adecuada entre un trabajador y una maquina en movimiento y/o operación. 5.- Atrapamiento por y entre objetos, Cortes por objetos y/o herramientas. Uso de sus EPP adecuados para las actividades a ejecutar, como, casco de seguridad, zapatos de seguridad, lentes de protección, guantes de protección, o cualquier otra EPP para alguna actividad más específica. Para intervenir en un equipo con partes móviles o en su proximidad, siempre que sea posible, se deberá desconectar y/o inactivar el equipo.

	Realizar un correcto uso de la herramienta que se ocupará para la actividad, realizar lectura previa de instructivos. 6.- Exposición a ruido, polvo, vibración y radiaciones UV (radiación solar). Capacitaciones a los trabajadores sobre estos temas, para garantizar que se tome conciencia de los riesgos que produce la exposición a dichos factores. Uso de todos sus Elementos de Protección Personal (EPP), como caso de seguridad, guantes de seguridad, lentes con protección UV, bloqueador solar, protectores auditivos, y en el caso de un trabajo con exposición a polvo intenso, será obligatorio el uso de mascarillas de protección respiratoria. Uso de letreros informativos y de seguridad en terreno.
Formas de control y seguimiento	Se contempla elaborar planes y programas de prevención de riesgos que cuenten a lo menos con las siguientes medidas generales aplicables para todas las fases del Proyecto. Además, estas medidas de control y seguimiento aplicaran para todo el personal involucrado incluyendo contratistas y subcontratistas. a) Identificación de peligros y evaluación de los riesgos asociados a la actividad a ejecutar. b) Cumplimiento de la normativa vigente. c) Reglamento interno de seguridad e Higiene. d) Desarrollo de instructivos y/o procedimientos de trabajos. e) Inspecciones preventivas f) Inspecciones de comportamiento del trabajador g) Investigación de incidentes h) Capacitación sobre los Elementos de Protección Personal (EPP).
Acciones o medida a implementar para controlar la emergencia	Descripción: Todo personal que realice labores en la fase Construcción, operación y cierre del Proyecto, tendrán sus diferentes responsabilidades de acuerdo con el cargo que le corresponda. Las responsabilidades serán repartidas entre el jefe de Planta, Encargado de Seguridad, Responsable Ambiental, Supervisor de Turno y Operarios. Objetivo: Proporcionar los lineamientos organizacionales y técnicos para responder a las Emergencias de posible ocurrencia en las actividades y obras realizadas en el Proyecto, dentro de todas sus fases. Lugar de implementación: Toda el área de influencia del proyecto. Oportunidad: Una vez establecidas las acciones correctivas o preventivas adecuadas y definitivas, se deberá diseñar un plan de acción en donde se defina claramente: a) La descripción de las acciones a tomar para dar solución a la no conformidad. b) La identificación de los responsables que aplicarán las acciones correctivas. c) Las fechas límites de aplicación.

	d) El seguimiento que se dará a las acciones establecidas para determinar que hubieran sido las más apropiadas. e) Una vez que se determine que las acciones fueron implementadas y se ha dado solución a la no conformidad, se procede a su cierre. Posteriormente se verificará el accionar de la acción correctiva para evaluar su efectividad. Indicador de cumplimiento: Estará dado por la Investigación de accidentes y/o incidentes. Acciones: Realizar una evaluación visual de las lesiones del accidentado, sin tocarlo ni moverlo, sólo procediendo a abrigarlo. Comunicar en forma inmediata a los niveles de la organización que corresponda según el flujograma de emergencias/accidente asociado al área. Verificar estabilidad de signos vitales (pulso, respiración) y estado de conciencia. Si la persona no respira, solo personal capacitado podrá proporcionar los Primeros Auxilios, realizando la resucitación cardiopulmonar (RCP) al afectado si procede. No se deberá dejar por ningún motivo al lesionado solo. Se deberá procurar mantener a todo el personal ajeno, alejado del lugar del accidente. Comenzar con la investigación del incidente. En caso de Riesgo por contacto eléctrico Proceder a cortar la corriente para desenergizar el circuito, está prohibido tomar a la persona afectada que aún se encuentre en contacto con la fuente de energía. Si no es posible cortar la corriente, personal capacitado procederá a sacar a la persona utilizando para ello un elemento no conductor (madera seca o pértiga de rescate), para evitar ser afectado por la energización. Una vez retirada la persona del lugar, y a raíz del choque eléctrico no respira y su corazón ha dejado de latir, se aplicará la resucitación cardiopulmonar (RCP), hasta que la víctima muestre signos de recuperación y llegue personal capacitado de los organismos competentes para su traslado al Centro Asistencial más próximo.
Oportunidad y vías de comunicación a la SMA de la activación del Plan de Emergencia	Se deberá comunicar al Centro de Atención y/o Policlínico más cercano o al Organismo Administrador Mutual de Seguridad de la situación para que se haga presente en el lugar y proceda a la atención y posterior traslado del lesionado, según lo señalado en la legislación vigente.

Situación de riesgo o contingencia por Riesgos Operacionales	
RIESGO	Operacionales
Fase del proyecto a la que aplica	Fase de operación y cierre, excepto el Riesgo por derrame de sustancias peligrosas en el suelo que se aplicaría a todas las fases del proyecto.

Emplazamiento, parte, obra o acción asociada	Planta de compostaje y Áreas Anexas
Acciones o medidas a implementar para prevenir la contingencia	Descripción: Riesgos que se puedan producir por alguna falla o error en la operación del proyecto. Objetivo: Evitar daños al medio ambiente del área de influencia del Proyecto y sus alrededores en caso de eventuales incidentes antrópicos. Plazos: Desde el primer día hasta el término de la vida útil del proyecto. Lugar de implementación: En todo proyecto y su área de influencia. Oportunidad: Será por medio de la actualización periódica de la Identificación de peligros y evaluación de los riesgos asociados a la actividad a ejecutar. Indicador de cumplimiento: (i) monitoreos de la calidad de las aguas. (ii) Registro de mantenciones al día de los equipos. (iii) registro de desratizaciones (iii) número de trabajadores capacitados. (iv) cumplimiento de la normativa vigente. Acciones: 1.- Riesgo por presencia de vectores comunes. Se realizará una limpieza periódica de las ruedas de camiones y contenedores, así como también de los caminos de acceso, retirando los residuos que eventualmente pudieran ser derramados por los vehículos. Se realizará limpieza y aseo diario en las instalaciones por un personal de aseo capacitado. Se realizará desratización frecuentemente en el recinto, lo cual será realizado y supervisado por una empresa especializada y autorizada en la materia. Para evitar la potencial afección sanitaria de personas, se realizará un estricto control del ingreso de personas no autorizadas a la planta. Este control se hará mediante puestos de vigilancia que impedirán el ingreso de recuperadores de especies para su posterior comercialización. Esta medida se complementará con la construcción del cierre perimetral, lo cual evitará el ingreso de personal ajeno a la obra.

	Mantener aislado sanitariamente el recinto mediante la formación de un cordón sanitario que impida la infestación de la planta por roedores y el paso de especies animales desde y hacia el recinto. 2.- Riesgo por derrame de sustancias peligrosas en el suelo. Se dispondrá de un Plan de emergencias que especifique las medidas preventivas y correctivas para el control de derrames de sustancias y residuos peligrosos, ya sean combustibles, aceites lubricantes, etc. Cumplimiento de los requerimientos dispuestos en el D.S. Nº 18/2009, derogado por el D.S. No 43/2016 del Ministerio de Salud "Aprueba Reglamento de almacenamiento de sustancias peligrosas" y en el D.S. Nº 148/2003 del Ministerio de Salud "Aprueba Reglamento sanitario sobre manejo de residuos peligrosos". Se dispondrá de una bodega para el almacenamiento de residuos peligrosos, cumpliendo a cabalidad con lo exigido en la normativa vigente. Se dispondrá de una estación de emergencias ambientales que contendrá a lo menos un kit antiderrames, materiales absorbentes y neutralizantes, palas plásticas, escobillones, botas de goma, guantes de látex, paños de limpieza, bolsas para disponer el suelo contaminado, entre otros. En todos los sitios donde se almacene o manipulen residuos peligrosos se encontrará disponible la respectiva hoja de seguridad (HDS). Mantención periódica de los equipos y maquinarias. Inspección periódica de las tuberías y mangueras empleadas para llenar los generadores eléctricos. Emplear siempre mantas absorbentes situándolas debajo de los bidones en el momento de traspasar combustible. Emplear embudos o boquillas especiales que permitan conducir la totalidad del combustible al recipiente destino. Nunca repostar los equipos o maquinarias sobre una superficie muy inclinada ni llenar bidones sobre superficies inestables que puedan provocar el volcado de los mismos mientras se están llenando. Transportar los bidones perfectamente cerrados durante las operaciones de trasvase que precisen movimiento de combustible.

	Tener en cuenta, al abrir un tapón, que los bidones pueden tener vapores y gases liberados a presión. Realizar las maniobras de aprovisionamiento entre dos personas siempre que sea posible. Emplear preferentemente bombas de pequeño caudal para realizar el trasvase, aunque se trate de pocos litros. Almacenar toda manguera, o recipiente no específico de combustibles, pero que haya sido empleado con este fin en el lugar donde se guarden las mangueras de combustible. Se realizará capacitación al personal en temas de manejo y almacenamiento de sustancias y residuos peligrosos.
Formas de control y seguimiento	Se contempla elaborar planes y programas de prevención de riesgos que cuenten a lo menos con las siguientes medidas generales aplicables para todas las fases del Proyecto. Además, estas medidas de control y seguimiento aplicarán para todo el personal involucrado incluyendo contratistas y subcontratistas. a) Identificación de peligros y evaluación de los riesgos asociados a la actividad a ejecutar. b) Cumplimiento de la normativa vigente. c) Reglamento interno de seguridad e Higiene. d) Desarrollo de instructivos y/o procedimientos de trabajos. e) Inspecciones preventivas f) Inspecciones de comportamiento del trabajador g) Investigación de incidentes h) Capacitaciones ambientales.
Acciones o medida a implementar para controlar la emergencia	Descripción: Todo personal que realice labores en la fase Construcción, operación y cierre del Proyecto, tendrán sus diferentes responsabilidades de acuerdo con el cargo que le corresponda. Las responsabilidades serán repartidas entre el jefe de Planta, Encargado de Seguridad, Responsable Ambiental, Supervisor de Turno y Operarios. Objetivo: Proporcionar los lineamientos organizacionales y técnicos para responder a las Emergencias de posible ocurrencia en las actividades y obras realizadas en el Proyecto, dentro de todas sus fases. Lugar de implementación: Toda el área de influencia del proyecto Oportunidad: Una vez establecidas las acciones correctivas o preventivas adecuadas y definitivas, se deberá diseñar un plan de acción en donde se defina claramente:

	a) La descripción de las acciones a tomar para dar solución a la no conformidad. b) La identificación de los responsables que aplicarán las acciones correctivas. c) Las fechas límites de aplicación. d) El seguimiento que se dará a las acciones establecidas para determinar que hubieran sido las más apropiadas. e) Una vez que se determine que las acciones fueron implementadas y se ha dado solución a la no conformidad, se procede a su cierre. Posteriormente se verificará el accionar de la acción correctiva para evaluar su efectividad. Indicador de cumplimiento: (i) Estará dado por la Investigación de accidentes y/o incidentes, (ii) existencia de denuncias, (iii) evaluaciones periódicas de las cubiertas, (iv) cantidad de reparaciones durante el año. Acciones: 1. Presencia de vectores. En caso de existir una proliferación de vectores al interior de la planta, se adoptarán las siguientes medidas: Se establecerá un cerco perimetral que impedirá el ingreso de animales a la planta. Se realizará una limpieza periódica de los camiones y contenedores, así como también de los caminos de acceso, retirando los residuos que eventualmente pudieran ser derramados por los vehículos. Se realizará una limpieza diaria de todas las instalaciones, en especial de las áreas donde se manipularán los residuos. Se realizará el retiro diario de todas las basuras generadas en estos sectores. Se realizará un mejoramiento en el sistema de cordón sanitario. Se solicitará a la Autoridad Sanitaria, en casos necesarios, el permiso correspondiente para realizar la fumigación, desratización u otra acción que se deba realizar para disminuir la presencia de vectores en el área de trabajo. 2. Derrame de Sustancias Peligrosas. En caso de materializarse un evento de contaminación del suelo por derrame de sustancias peligrosas, se seguirá el siguiente plan de acción.

	Se dispondrá de una estación de emergencias que disponga de un kit antiderrames totalmente equipado. Realizar las labores de limpieza del área afectada. Las personas a cargo de la labor de limpieza deben utilizar los EPP adecuados. Utilizar elementos de contención de derrames menores a fin de detener el derrame. Las personas a cargo de la labor de limpieza deben utilizar los EPP adecuados y contarán con las capacitaciones correspondientes. Despejar y delimitar el área afectada. Prohibir el acceso a personas ajenas a la zona afectada. Segregar el área afectada. No tocar el producto derramado con las manos. Absorber el derrame mediante sistema de paños absorbentes o turba para luego proceder al retiro del suelo contaminado utilizando palas o escobillones y disponer en contenedores de 200 litros rotulados con el residuo a descartar y transportar al sector de acopio transitorio de residuos peligrosos sólidos, ubicado al interior de la faena. Lavar o desechar los elementos de protección personal utilizados.
Oportunidad y vías de comunicación a la SMA de la activación del Plan de Emergencia	Se deberá dar aviso a la SEREMI DE SALUD; según lo señalado en la legislación vigente dependiendo del riesgo asociado.

4. CONTENIDOS TÉCNICOS Y FORMALES TRATÁNDOSE DE PLANTAS DE MANEJO DE RESIDUOS ORGÁNICOS

4.1. c.1 - DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA PERIMETRAL DE INTERCEPCIÓN Y EVACUACIÓN DE ESCORRENTÍAS SUPERFICIALES

La planta de compostaje se emplaza sobre una plataforma junto a otra infraestructura del proyecto al lado oeste de la zona de relleno sanitario la cual contempla sus propios canales perimetrales de escorrentía que impide el flujo de aguas hacia la planta de compostaje.

4.1.1. DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES DE DISEÑO.

La planta de compostaje no contempla obras que amerite realizar la descripción las variables de diseño.

4.1.2. PLANO Y CARTOGRAFÍA QUE GRAFIQUE EL EMPLAZAMIENTO DE LAS OBRAS REQUERIDAS DENTRO DEL PREDIO.

A continuación, la figura muestra la zona N°2 donde ubica la planta de compostaje y que se ubica en el lado oste de la zona de relleno sanitario.



4.2. c.2 - DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE RECOLECCIÓN Y EVACUACIÓN DE LAS AGUAS QUE PRECIPITEN SOBRE LA PLANTA

El sistema de recolección y evacuación de aguas lluvias de la planta de compostaje ha sido diseñado para garantizar un manejo adecuado de las precipitaciones, minimizando riesgos de inundación, erosión del terreno y contaminación de suelos o cuerpos de agua cercanos.

La infraestructura contempla la captación de aguas pluviales mediante superficies impermeables estratégicamente inclinadas, como techumbres, losas y pavimentos, las cuales conducen el escurrimiento hacia canales perimetrales o canaletas de recolección. Estas canaletas están conectadas a un sistema de tuberías y/o zanjas drenantes que dirigen el flujo hacia un punto de descarga controlado.

En las zonas expuestas del área operativa (como las plataformas de recepción, volteo y maduración), se han implementado pendientes adecuadas para facilitar el escurrimiento superficial hacia cunetas revestidas o fosas de infiltración.

Finalmente, las aguas limpias son descargadas hacia un sistema de infiltración al terreno natural, conforme a la normativa ambiental vigente. El diseño asegura que las aguas lluvias no se mezclen con aguas contaminadas del proceso, manteniendo la eficiencia operativa y la protección ambiental del entorno.

4.2.1. DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS DE IMPERMEABILIZACIÓN

La planta de compostaje está equipada con sistemas de impermeabilización destinados a prevenir la infiltración de líquidos generados durante el proceso de compostaje, resguardando así la integridad del suelo y el entorno.

Las zonas operativas con riesgo de generación de líquidos —como la zona de recepción de residuos orgánicos, las plataformas de compostaje y el sector de almacenamiento de compost maduro— serán construidas sobre radieres de hormigón armado. Estos radieres actúan como una barrera física eficaz ante posibles filtraciones y, al mismo tiempo, permiten una operación eficiente de maquinaria pesada, como cargadores frontales y volteadoras de compost.

Las juntas y puntos de transición entre losas o superficies serán sellados con materiales específicos, tales como sellos acrílicos u otros productos compatibles, con el fin de asegurar la continuidad del sistema y evitar filtraciones por fisuras, asentamientos diferenciales o dilataciones estructurales.

En las áreas sin riesgo de generación de líquidos —como vías de tránsito, patios de maniobra y bodegas cerradas— se contempla el uso de pavimentos permeables o soluciones de bajo impacto. Estas permiten el manejo adecuado de las aguas lluvias, sin afectar la seguridad ambiental ni el funcionamiento general de la planta.

4.2.2. DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES DE DISEÑO CONSIDERADAS EN EL SITIO

El diseño de la planta de compostaje ha considerado las condiciones específicas del sitio, con el fin de asegurar su operatividad, durabilidad y compatibilidad ambiental. A continuación, se detallan las principales variables de diseño tenidas en cuenta:

a) Topografía y pendiente del terreno:

Se consideró la morfología del terreno para definir la distribución de las áreas operativas. Las pendientes naturales se aprovecharon para facilitar el escurrimiento de aguas lluvias y líquidos, dirigiéndolos hacia puntos de recolección o tratamiento. Las plataformas de operación se nivelarán según requerimientos técnicos, asegurando una pendiente mínima del 1 al 2% para el adecuado drenaje superficial.

b) Características del suelo:
Se evaluaron las propiedades geotécnicas del suelo para determinar su capacidad de soporte, permeabilidad y estabilidad. En función de estos resultados, se definieron los espesores de los radieres y la necesidad de implementar capas de base o subbase estabilizada en las zonas de tránsito y operación.

c) Clima y régimen de precipitaciones:
El diseño incorpora elementos de manejo de aguas lluvias adaptados al régimen pluviométrico local, considerando eventos de lluvia intensos. Se definieron pendientes, canaletas, pozos de infiltración y superficies impermeables para evitar acumulaciones de agua y proteger los procesos de compostaje.

d) Vientos dominantes:
Se tomaron en cuenta los vientos predominantes en la zona para orientar adecuadamente las zonas de recepción, volteo y maduración, de modo de minimizar molestias por olores y optimizar la aireación natural del material orgánico en proceso.

e) Accesibilidad y circulación interna:
Se diseñaron accesos vehiculares adecuados al tránsito de camiones, maquinaria pesada y personal operativo, estableciendo rutas internas pavimentadas o estabilizadas, con radios de giro adecuados y pendientes compatibles con la operación segura de equipos.

f) Protección ambiental y distancias a cuerpos sensibles:
Se respetaron las distancias mínimas a cuerpos de agua, viviendas y otras áreas sensibles, conforme a la normativa vigente. Asimismo, se considera la implementación de barreras vegetales o físicas para mitigar impactos paisajísticos, acústicos y por dispersión de material particulado u olores.

Estas variables son fundamentales para asegurar un diseño funcional, seguro y ambientalmente compatible con el entorno donde se emplaza la planta.

4.2.3. DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS DE RECOLECCIÓN, EVACUACIÓN O DESCARGA DE AGUAS LLUVIAS

El diseño de la planta contempla un sistema integral de manejo de aguas lluvias, cuyo objetivo es recolectar, conducir y evacuar de manera segura las precipitaciones que se generen sobre las superficies que conforman la planta de compostaje, evitando encharcamientos, erosión del terreno e infiltraciones no deseadas que puedan comprometer la operación o generar impactos ambientales.

a) Recolección:
Las aguas lluvias que precipitan sobre las cubiertas y superficies (radieres, techumbres, plataformas de operación, patios de maniobra) son captadas mediante pendientes dirigidas y canaletas perimetrales. Las superficies se han diseñado con inclinaciones mínimas del 1 a 2% que permiten el escurrimiento superficial hacia canaletas de recolección.

b) Conducción y evacuación:
Las aguas captadas son dirigidas mediante un sistema de canaletas, tuberías y zanjas revestidas hacia puntos de descarga definidos.

c) Descarga:
Las aguas lluvias limpias se descargan en forma controlada hacia sistemas de infiltración en el terreno natural, fosas de infiltración o zanjas drenantes. Todas las descargas se han diseñado para prevenir erosión y asegurar la disipación de energía, minimizando impactos sobre el entorno.

d) Prevención de contaminación:
Se han considerado medidas para evitar que las aguas lluvias se mezclen con líquidos que pudiese producir el proceso. Para ello, se establecen barreras físicas y drenajes independientes entre zonas limpias y zonas operativas. Además, el diseño incorpora filtros o trampas de sólidos en los puntos críticos, que permiten retener materiales particulados antes de la descarga final.

El sistema ha sido dimensionado considerando la pluviometría histórica del sitio, para asegurar su correcto funcionamiento incluso bajo condiciones de lluvia intensa.

4.2.4. PLANO Y CARTOGRAFÍA DEL ÁREA DE TRATAMIENTO

A continuación, se presenta una imagen que muestra la distribución general de las instalaciones contempladas en el Centro de Gestión Integral de Residuos Arica. Esta representación permite visualizar la disposición espacial de cada componente del centro dentro del predio de 31,93 hectáreas, destacando la relación funcional entre las distintas unidades operativas proyectadas.



Figura 12. Instalaciones relacionadas con la gestión de residuos del proyecto

N°	Zonas	Simbología
1	Zona de instalaciones administrativas y operacionales	
2	Zona de compostaje	
3	Zona de reciclaje	
4	Zona de disposición de residuos	
5	Zona de almacenamiento de lixiviados	

A fin de complementar esta descripción, se adjunta como anexo el siguiente elemento gráfico:

- **Anexo 01**. Layout general.

4.3. c.3 - DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA

4.3.1. IDENTIFICACIÓN, UBICACIÓN GEORREFERENCIADA Y PROFUNDIDAD (M) DE LOS POZOS DE MONITOREO

Se considera la construcción de dos piezómetros revestido en PVC, con una profundidad de 10 metros, aguas arriba y debajo de la plataforma donde se emplaza la planta de compostaje. En la siguiente figura y tabla se presenta la ubicación georreferenciada de los pozos.

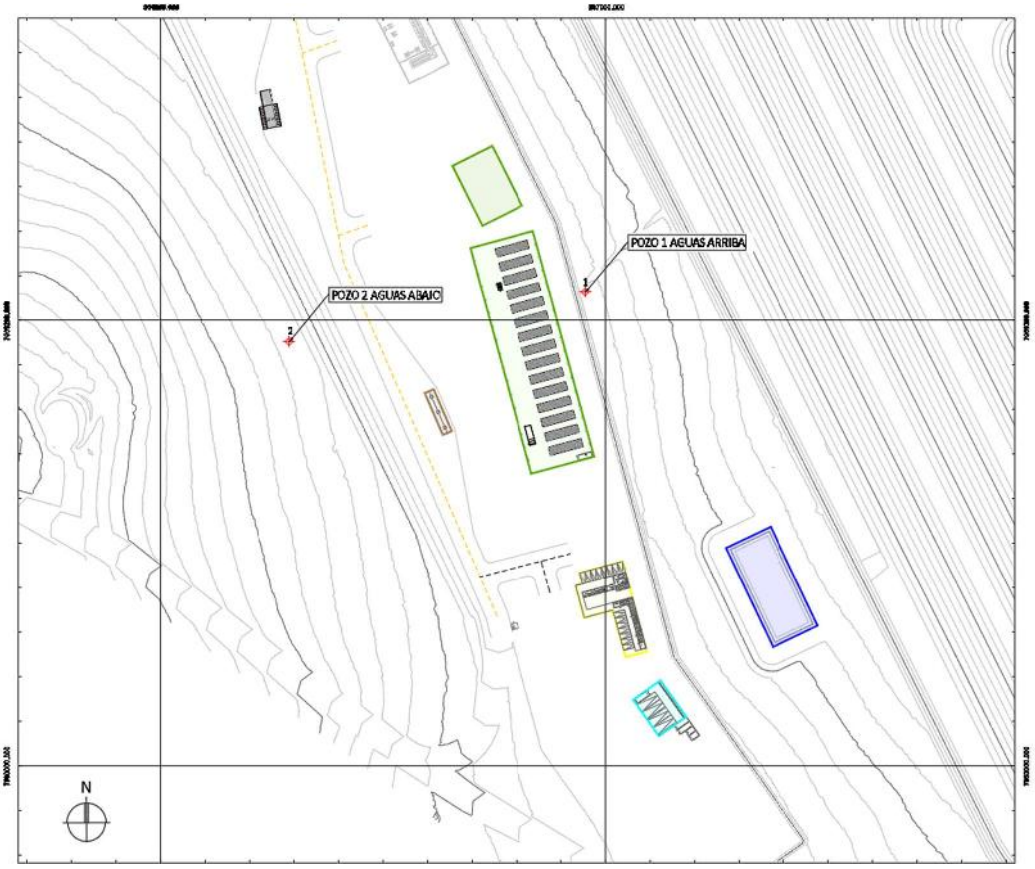


Figura 13. Emplazamiento pozos de monitoreo

Tabla 17. Coordenadas UTM de vértice (Datum WGS 84 Huso 19-K)

Cuadro de Coordenadas		
Pozos	**U.T.M (Norte)**	**U.T.M (Este)**
1	7.960.212,60	366.990,96
2	7.960.190,28	366.857,99

Fuente: Elaboración propia

4.3.2. PLANO CON LA UBICACIÓN DE LOS POZOS DE MONITOREO

En **Anexo 05**, se presenta plano con la ubicación de los pozos de monitoreo

4.3.3. PARÁMETROS DE INTERÉS SANITARIO INCLUIDOS EN EL MONITOREO, FRECUENCIA DE MUESTREO Y PERIODICIDAD DE INFORMES

En caso de encontrar líquidos provenientes del proceso de la planta de compostaje en los pozos de monitoreos emplazados aguas arriba y abajo, que puedan infiltrar hacia los estratos inferiores del subsuelo, se realizarán mediciones trimestrales según los parámetros establecidos en el Decreto 46 ESTABLECE NORMA DE EMISIÓN DE RESIDUOS LÍQUIDOS A AGUAS SUBTERRÁNEAS. Los informes serán entregados a la autoridad ambiental competente con frecuencia semestral.

4.3.4. CARACTERIZACIÓN DE LA CALIDAD BASAL DEL AGUA SUBTERRÁNEA EN EL ÁREA DE EMPLAZAMIENTO DE LA PLANTA, PREVIO A SU INSTALACIÓN Y OPERACIÓN

En ANEXO 5 CARACTERIZACIÓN HIDROLÓGICA E HIDROGEOLÓGICA, se señala lo siguiente: "*Los niveles freáticos estimados se encuentran a una profundidad de entre 150 y 250 [m] dentro del área del proyecto. En cuanto a los niveles freáticos medidos, estos se han mantenido constantes en el tiempo, con la excepción del año 2000, donde las aguas subterráneas se estimaron a una profundidad mayor que la de los otros periodos. Dado el análisis conjunto de las series temporales de niveles freáticos y de las precipitaciones, se observa que no hay una relación directa entre las precipitaciones en la zona del proyecto y la recarga de los acuíferos. Los procesos de recarga de acuíferos y escorrentía se producen principalmente en las zonas altas de las cuencas (altiplano) donde se generan los mayores eventos de precipitación. Esto es consistente con los planteado en el PEGH del Valle de Azapa publicado el año 2022."* Por tanto, no se cuenta con una caracterización de la calidad basal del agua subterránea en el área de la planta de compostaje.

4.4. c.4 - PROGRAMA DE CONTROL DE PARÁMETROS CRÍTICOS DE LA OPERACIÓN DE LA PLANTA.

4.4.1. DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES OPERACIONALES QUE SE UTILIZARÁN PARA CONTROLAR EL PROCESO DE TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS

En la siguiente tabla se presenta la descripción de las variables operacionales que se utilizarán para controlar el proceso de tratamiento de los residuos orgánicos en la planta de compostaje, con su respectiva frecuencia de medición.

Tabla 18. Variables operacionales para el control del proceso de los residuos orgánicos

Variable	Descripción	Frecuencia medición
Temperatura	Fundamental para asegurar la actividad microbiana, desinfección (eliminación de patógenos) y progreso del compostaje.	Diaria
Humedad (contenido de agua en la mezcla)	Necesaria para que los microorganismos trabajen de forma óptima, pero debe mantenerse en un rango controlado para evitar condiciones anaeróbicas.	1 vez a la semana
pH	El nivel de acidez / alcalinidad influye en la actividad microbiana; un pH inadecuado puede inhibir la descomposición.	1 vez al mes
Relación Carbono: Nitrógeno (C:N)	Para que la descomposición sea eficiente, la mezcla de residuos debe tener un buen equilibrio entre carbono (material “seco”, hojas, aserrín, etc.) y nitrógeno (material “verde”, restos vegetales frescos, residuos de cocina, etc.).	Mensual
Frecuencia de volteo / aireación / oxigenación	En compostaje aeróbico, es clave asegurar una ventilación adecuada para que los microorganismos obtengan oxígeno; el volteo sirve también para homogenizar la pila, controlar temperatura y humedad.	1 vez a la semana
Tamaño de partícula / granulometría / porosidad de la mezcla	Afecta la superficie de contacto para los microorganismos y la aireación; partículas muy grandes ralentizan la descomposición, muy finas pueden compactar la mezcla y dificultar el aire.	Mensual

4.4.2. IDENTIFICACIÓN DE LAS ACCIONES O MEDIDAS QUE SE APLICARÁN Y FORMAS DE CONTROL PARA NO SUPERAR LA CAPACIDAD DE TRATAMIENTO DIRECTO DE LA PLANTA

Contará con un control riguroso de la cantidad de residuos que ingresarán cumplir con plazos de maduración y ciclos de compostajes y en caso de que sobrepase la capacidad de tratamiento ya sea por sobrecarga de residuos o desperfectos en el proceso se recurrirá a disponer en el relleno sanitario.

ANEXO 01. LAYOUT GENERAL

ANEXO 02. PLANO DESCRIPCIÓN DEL SITIO

ANEXO 03. PLANOS DE PLANTA, ELEVACIÓN Y CORTES DE LA PLANTA DE COMPOSTAJE

ANEXO 04. ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

ANEXO 05. LÍNEA BASE HIDROLÓGICA

ANEXO 06. PLANO CON LA UBICACIÓN DE LOS POZOS DE MONITOREO