



UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
SAN MARTÍN

ESCUELA
DE CIENCIA
Y TECNOLOGÍA

3iA 10 AÑOS

Instituto de Investigación
e Ingeniería Ambiental

Gestión Integral de Residuos en Aluminé y Villa Pehuenia-Moquehue, provincia de Neuquén

**Proyecto Final Integrador de la carrera de
Ingeniería Ambiental**

Mauricio Germán Díaz

DNI 36.872.207

Legajo CYT - 5882

San Martín, Provincia de Buenos Aires, 17 de Diciembre de 2018

Proyecto Final Integrador (PFI) de la carrera de Ingeniería Ambiental

Cátedra de PFI

Ing. Ruth Rodriguez

Ing. Federico Bailat

Coordinación de carrera

Mg. Ing. Diana Mielnicki

Dirección de carrera

Dra. Ing. Susana Larrondo

Agradecimientos

A toda la Universidad Nacional de San Martín, incluyendo directivos, profesores,
ayudantes, compañeros y la comunidad en general

A mis padres Mary y Eduardo

A mi novia Carolina

A toda mi familia y amigos

A la Municipalidad de Aluminé: Anahí Romero, Gricelda Melo, Angie, César y Yanina

A la Cooperativa “Los Amigos del Pueblo” de Aluminé

Al Lonco Ricardo Peña y su familia, de la comunidad Mapuche Aigo de Rucachoroi

Al Ecocamping de Ñorquinco: Adriano, Cecilia y Daniela

A Emilio Palacio, vecino y trabajador del complejo “La Bella Durmiente” de Moquehue

A Carlos Mendez, presidente de la Cooperativa “Reciclando Conciencia” de Pinamar

Índice

Resumen.....	6
1. INTRODUCCIÓN	7
2. DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN ACTUAL DE RESIDUOS	14
2.1. Municipio de Aluminé	16
2.1.1. Residuos Sólidos Domiciliarios	16
2.1.2. Restos de poda	25
2.1.3. Áridos.....	26
2.1.4. Producido de barrido	27
2.1.5. Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEEs), Neumáticos Fuera de Uso (NFU) y Aceite Vegetal Usado (AVU).....	27
2.1.6. Lámparas, tubos de iluminación, pilas y baterías	28
2.1.7. Residuos patógenos	29
2.1.8. Residuos especiales	29
2.1.9. Campañas de comunicación	29
2.1.10. Síntesis de problemas identificados.....	29
2.2. Municipio de Villa Pehuenia-Moquehue.....	31
2.2.1. Residuos Sólidos Domiciliarios	31
2.2.2. Restos de poda	38
2.2.3. Aridos.....	40
2.2.4. Producido de barrido	40
2.2.5. Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEEs), Neumáticos Fuera de Uso (NFU) y Aceite Vegetal Usado (AVU).....	40
2.2.6. Lámparas, tubos de iluminación, pilas y baterías	40
2.2.7. Residuos patógenos	41
2.2.8. Residuos especiales	41
2.2.9. Campañas de comunicación	41
2.2.10. Síntesis de problemas identificados.....	41
2.3. Áreas por fuera de los ejidos municipales	42
3. ESTUDIO DE NORMATIVA APLICABLE	45
3.1. Normativa nacional	45
3.2. Normativa provincial.....	47
3.3. Normativa municipal.....	48
3.4. Normativa de la Corporación Pulmarí.....	48
4. DISEÑO DEL SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS	49
4.1. Gestión de residuos en el municipio de Aluminé	49
4.1.1. Residuos Sólidos Domiciliarios	49

4.1.1.1.	Generación, Separación en origen y Disposición inicial.....	49
4.1.1.1.1.	Generación.....	50
4.1.1.1.2.	Separación en origen	60
4.1.1.1.3.	Disposición inicial	64
4.1.1.2.	Recolección y Transporte	69
4.1.1.3.	Tratamiento de los RSD Compostables	79
4.1.2.	Restos de poda.....	89
4.1.2.1.	Restos de poda pública	89
4.1.2.2.	Restos de poda privada.....	96
4.1.3.	Áridos.....	98
4.1.4.	Producido de barrido y de mantenimiento de espacios verdes.....	102
4.1.5.	RAEEs, NFU y AVU	103
4.1.6.	Voluminosos	105
4.1.7.	Lámparas, tubos de iluminación, pilas y baterías	107
4.1.8.	Residuos patógenos	107
4.1.9.	Residuos especiales	109
4.1.10.	Campaña de comunicación	109
4.1.11.	Fiscalización del sistema y atención al vecino	114
4.1.12.	Organización y distribución de tareas	116
4.2.	Gestión de residuos en el municipio de Villa Pehuenia-Moquehue.....	119
4.2.1.	Residuos Sólidos Domiciliarios	119
4.2.1.1.	Generación, Separación en origen y Disposición inicial.....	119
4.2.1.1.1.	Generación.....	119
4.2.1.1.2.	Separación en origen	124
4.2.1.1.3.	Disposición inicial	125
4.2.1.2.	Recolección y Transporte	128
4.2.1.3.	Tratamiento de los RSD Compostables.....	139
4.2.2.	Restos de poda.....	144
4.2.2.1.	Restos de poda pública	144
4.2.2.2.	Restos de poda privada.....	149
4.2.3.	Áridos.....	151
4.2.4.	Producido de barrido y de mantenimiento de espacios verdes.....	153
4.2.5.	RAEEs, NFU y AVU	154
4.2.6.	Voluminosos	156
4.2.7.	Lámparas, tubos de iluminación, pilas y baterías	158
4.2.8.	Residuos patógenos	158

4.2.9.	Residuos especiales	159
4.2.10.	Campaña de comunicación	160
4.2.11.	Fiscalización del sistema y atención al vecino	160
4.2.12.	Organización y distribución de tareas	160
4.3.	Gestión de residuos en las áreas por fuera de los ejidos municipales.....	163
4.3.1.	Zona Rucachoroi.....	163
4.3.2.	Zona Ñorquinco.....	166
4.4.	Gestión conjunta de los RSD entre los municipios de Aluminé y Villa Pehuenia-Moquehue.....	169
4.4.1.	Clasificación y tratamiento de materiales reciclables.....	169
4.4.2.	Disposición final de residuos	178
4.4.2.1.	Localización del relleno sanitario	180
4.4.2.2.	Diseño del relleno sanitario.....	181
4.5.	Síntesis esquemática	191
4.6.	Posible normativa a proyectar e implementar	193
4.7.	Recomendaciones finales	193
5.	PLANOS	194
6.	EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL	195
6.1.	Resumen ejecutivo.....	195
6.2.	Introducción	196
6.3.	Metodología	196
6.4.	Descripción del proyecto	197
6.4.1.	Nombre del proyecto.....	197
6.4.2.	Localización	197
6.4.3.	Área de estudio: características generales.....	200
6.4.4.	Proyecto.....	201
6.4.4.1.	Características técnicas generales del proyecto	201
6.4.4.2.	Etapas del proyecto	202
6.5.	Caracterización ambiental del área	203
6.5.1.	Clima y meteorología	203
6.5.2.	Geología, geomorfología y suelos	207
6.5.3.	Hidrografía	212
6.5.4.	Medio ambiente biológico.....	215
6.5.5.	Medio ambiente socio-económico y de infraestructura	216
6.5.6.	Riesgos.....	218
6.6.	Evaluación de los impactos ambientales	219
6.6.1.	Acciones potencialmente generadoras de impacto ambiental	219

6.6.2.	Metodología de la evaluación de los impactos ambientales	220
6.6.3.	Matriz de evaluación de impacto ambiental.....	220
6.7.	Plan de gestión ambiental	222
6.7.1.	Plan de prevención y mitigación.....	222
6.7.2.	Plan de contingencias	225
6.8.	Conclusiones del Estudio de Impacto Ambiental	227
7.	PRESUPUESTO Y ANÁLISIS ECONÓMICO.....	228
7.1.	Municipio de Aluminé	228
7.1.1.	Inversión inicial.....	228
7.1.2.	Costos de Funcionamiento.....	230
7.2.	Municipio de Villa Pehuenia-Moquehue.....	231
7.2.1.	Inversión inicial.....	231
7.2.2.	Costos de Funcionamiento.....	233
7.3.	Gestión conjunta de la Planta de Clasificación y el Relleno Sanitario entre ambos municipios.....	234
7.3.1.	Inversión inicial.....	234
7.3.2.	Costos de Funcionamiento.....	236
7.4.	Viabilidad, financiamiento y conclusiones.....	238
8.	MEMORIA DE CÁLCULO	241
8.1.	Estimación de poblaciones futuras.....	241
8.2.	Estimación de actividad turística futura	243
8.3.	Estimación de RSD a recolectar por día.....	246
8.4.	Estimación de consumos de combustible y autonomía	250
8.5.	Diseño de planta de compost y restos de poda.....	255
8.6.	Diseño de planta de clasificación	261
8.7.	Diseño de relleno sanitario	267
9.	CONCLUSIONES TÉCNICAS FINALES	277
10.	CONCLUSIONES PERSONALES.....	278
11.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	279
12.	BIBLIOGRAFÍA	284
13.	LISTADO DE ABREVIATURAS.....	292
14.	ANEXOS	293
14.1.	Anexo I: Metodología de valoración de impactos ambientales.....	293
14.2.	Anexo II: Fotografías tomadas durante la visita realizada a la zona del proyecto .	296
14.3.	Anexo III: Planos.....	303

Resumen

En el centro-oeste de la provincia de Neuquén, Argentina, se encuentra el departamento de Aluminé. Dentro de él se hallan los municipios de Aluminé y de Villa Pehuenia-Moquehue, en un sistema de ejidos no colindantes, por lo que se encuentran también territorios provinciales, nacionales (Parque Nacional Lanín) y pertenecientes a la Corporación Interestadual Pulmarí. Toda la zona en cuestión se caracteriza por una gran belleza paisajística, amplia biodiversidad y riqueza cultural, lo que la ha convertido en un destino turístico muy visitado.

Luego de investigar e identificar que ambos municipios y los territorios cercanos poseen una gestión de residuos incompleta y deficiente, se decidió contactar a referentes de cada uno y realizar una visita a los mismos, de manera de poder elaborar un diagnóstico certero y desarrollar un proyecto útil y viable. Se pudo recorrer prácticamente todo el territorio involucrado en el proyecto, se entrevistó a distintas personas que brindaron detalles de la gestión de residuos y se visitaron las instalaciones de mayor interés que forman parte de la gestión actual.

Habiendo elaborado el diagnóstico en base a la información relevada, se procedió a desarrollar un proyecto de gestión de residuos para esta zona, con el fin de brindar un servicio adecuado a las características y necesidades propias del lugar. El proyecto consiste en el diseño de un Sistema de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos con sus instalaciones asociadas, incluyendo las etapas de generación, separación en origen, disposición inicial, recolección, transporte, reutilización / reciclaje / tratamiento y disposición final; también se incluyen lineamientos para la gestión de otros residuos, como patógenos y especiales.

Debe resaltarse que, en el último tiempo, ambos municipios han demostrado iniciativa y voluntad para mejorar su gestión, pero siempre en forma independiente uno de otro. El proyecto desarrollado integra a ambos municipios y a los territorios cercanos en una gestión conjunta, permitiendo dinamizar las tareas y reducir los costos.

Mediante la ejecución del proyecto aquí propuesto se podrá, no sólo minimizar los impactos negativos que conlleva la generación de residuos en sí misma, sino también mejorar la calidad de vida de la población y la imagen a nivel turístico, sirviendo como posible modelo de gestión a otras pequeñas comunidades con características semejantes.

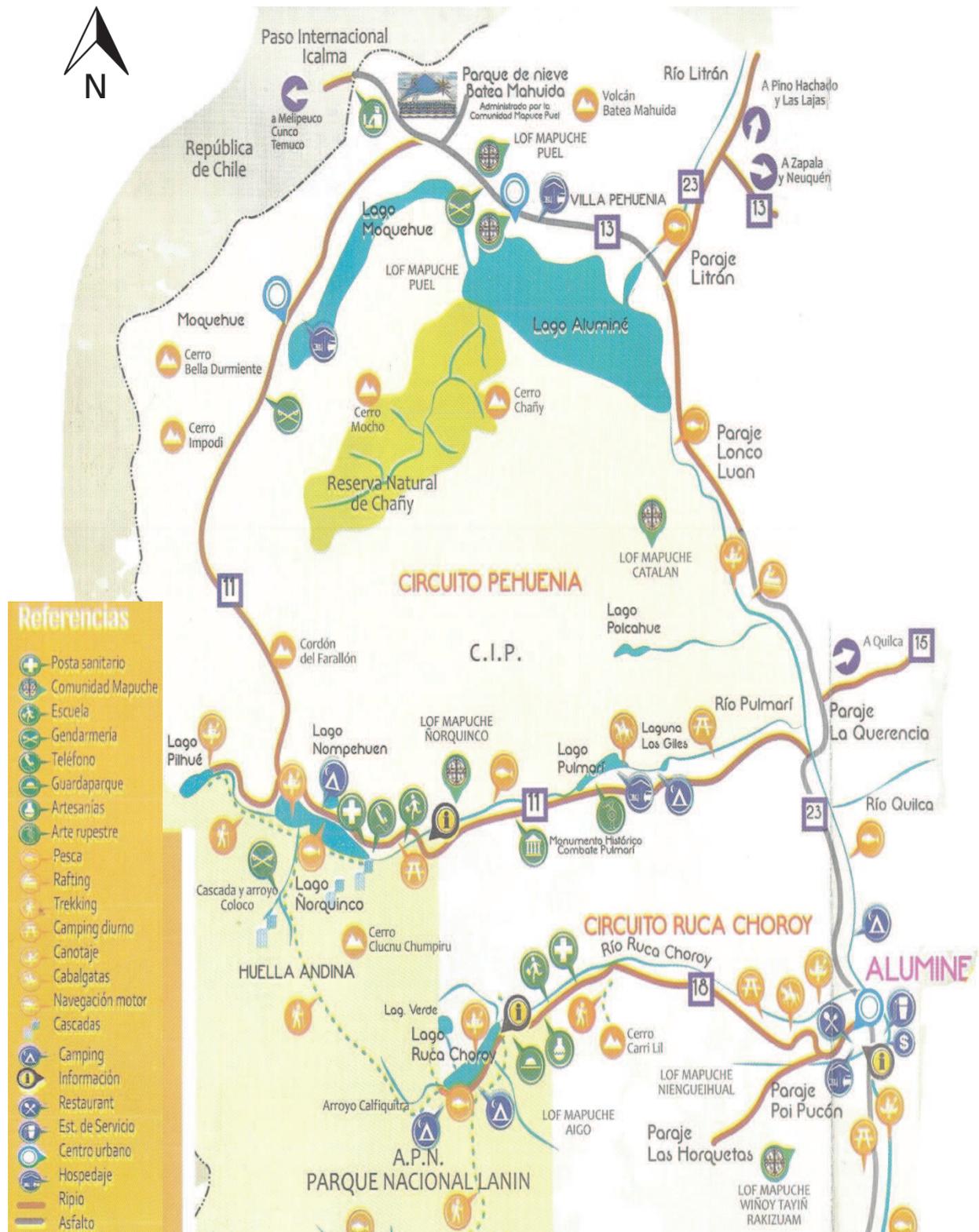


Figura 1.2: Mapa esquemático de la zona de interés para el presente proyecto. Incluye a los municipios de Aluminé y Villa Pehuena-Moquehue, dentro del departamento de Aluminé, provincia de Neuquén, Argentina. Fuente: Secretaría de Turismo de la Municipalidad de Aluminé.

La población del departamento en cuestión, según el censo realizado por el INDEC (INDEC, 2010), era de 8.306 habitantes en el año 2010, distribuidos de la siguiente manera:

- Localidad de Aluminé: 4.591 habitantes.
- Localidad de Villa Pehuenia: 700 habitantes.
- Localidad de Moquehue: 270 habitantes.
- Zona rural: 2.745 habitantes.

La zona donde están emplazados los municipios en cuestión posee un alto valor de conservación, presenta áreas naturales protegidas (Parque Nacional Lanín y áreas protegidas provinciales) y es sensible al impacto de la actividad humana.

Las localidades y zonas cercanas tienen una importante actividad turística, especialmente Villa Pehuenia, vinculada con la belleza paisajística, las actividades invernales (centro de ski “Cerro Batea Mahuida”), la pesca deportiva, la tranquilidad del lugar, las actividades culturales, las actividades náuticas y la cercanía con el paso fronterizo Icalma entre Argentina y Chile. La zona forma parte de la “Ruta del Pehuén”, un circuito turístico con escenarios naturales que incluyen montañas, lagos y arroyos cristalinos, y que se distingue por los bosques de pehuenes (*Araucaria araucana*). En la Figura 1.3 se muestra una fotografía de uno de los paisajes característicos. El turismo está presente durante todo el año, pero se concentra principalmente en los meses de verano e invierno.



Figura 1.3: Fotografía de uno de los paisajes característicos de la zona del proyecto, tomada en el lago Ñorquinco. Fuente: Producción propia.

En la Tabla 1.1 se indica la oferta de plazas turísticas identificadas en las 3 localidades en 2014 (Subsecretaría de Turismo de la provincia de Neuquén, 2014), entre campamentos habilitados y establecimientos habilitados e informales:

Tabla 1.1: Oferta de plazas turísticas identificadas en 2014. Incluye campamentos habilitados y establecimientos habilitados e informales. Fuente: Subsecretaría de Turismo de la provincia de Neuquén, 2014.

<i>Localidad</i>	<i>Oferta de plazas turísticas</i>
Aluminé	777
Moquehue	319
Villa Pehuenia	1.232

Ambos municipios se encuentran en constante desarrollo y, principalmente en Villa Pehuenia-Moquehue, la actividad turística está creciendo significativamente.

En el área habitan diversas comunidades de pueblos originarios -mapuches- que exigen la protección del ambiente y el respeto de sus territorios. Se encuentran en contacto con la población local y con el turismo, como es el caso del centro invernal Cerro Batea Mahuida, que está administrado por la comunidad Mapuche Puel.

En lo que respecta a materia ambiental, el municipio de Villa Pehuenia-Moquehue no cuenta con un plan de gestión integral para sus residuos sólidos, y el municipio de Aluminé tiene importantes carencias y problemas dentro de su gestión, incumpliendo ambos con la normativa aplicable. Villa Pehuenia-Moquehue cuenta con un servicio de recolección municipal para los Residuos Sólidos Urbanos (RSU), se trasladan hasta un basural a cielo abierto ubicado a 13 km del centro urbano y se disponen allí sin tratamiento ni control. Por otro lado, en Aluminé, una cooperativa de trabajo está a cargo de la recolección diferenciada -poco eficiente-, la clasificación de residuos en una planta de tratamiento de RSU, la venta de materiales recuperados y el cuidado del basural municipal, ubicado a 4 km de la localidad, donde se disponen los residuos que no se recuperan. Ambos basurales se encuentran muy cerca de cursos de agua cristalina. Las localidades de Villa Pehuenia y Moquehue se conectan por un trayecto de 20 km por las rutas provinciales N° 11 y 13, y Villa Pehuenia y Aluminé se encuentran distanciadas por 60 km, transitando por las rutas provinciales N° 13 y 23.

La generación de residuos es un hecho inevitable en cualquier sociedad y, a medida que las poblaciones crecen y se desarrollan, éstos pueden convertirse en un problema significativo. Una inapropiada gestión de los residuos trae aparejado la reproducción descontrolada de vectores de enfermedades, generación de olores y gases tóxicos, y la contaminación de la atmósfera, aguas (subterráneas y superficiales) y suelos; existen estudios que relacionan, al menos, 22 enfermedades humanas con la gestión inadecuada de los residuos (Tchobanoglous, Theisen y Vigil, 1994). El objetivo principal de una gestión adecuada de los residuos es que sea compatible con el cuidado del medio ambiente y la salud pública, y con los deseos de la población respecto al aprovechamiento y tratamiento de los mismos. Además una gestión correcta puede funcionar como una publicidad favorable para el turismo; incluso Villa Pehuenia-Moquehue pretende mantener el perfil de “una aldea de montaña de tipo familiar, donde prima la conservación ambiental y el respeto por la cultura mapuche” (Villa Pehuenia – Aldea de

Montaña, 2015). Por el contrario, una gestión inadecuada de los residuos -prolongada en el tiempo- en sitios como éstos, puede traer consecuencias negativas a nivel de imagen turística, lo cual sería sumamente perjudicial para su desarrollo.

Las diferentes razones enunciadas previamente son las que motivaron el presente proyecto, mediante el cual se pretende organizar una adecuada gestión de los residuos que se generan en esta zona, a partir de la situación actual. A su vez, el gobierno del municipio de Aluminé ha demostrado interés en mejorar el impacto de la comunidad local sobre el medio ambiente, por lo que mostró entusiasmo en la propuesta del presente proyecto.

Se realizó entonces una visita a los sitios en cuestión, en la que se pudo recorrer un amplio territorio, observar las problemáticas, consultar a distintas personas acerca de la gestión de residuos y conocer algunas de las instalaciones que funcionan en la actualidad. Con la información relevada, se elaboró el diagnóstico que permitió proceder al diseño del proyecto de gestión integral de residuos para esta zona, abarcando separación en origen, disposición inicial, recolección, transporte, reutilización / reciclaje / tratamiento y disposición final.

Se consideraron los distintos tipos de residuos que se generan para proponer ideas y soluciones adecuadas para la gestión de cada uno. A continuación se define cada tipo de residuo que es tratado en el proyecto:

- Residuos Sólidos Urbanos (RSU): son los residuos que se generan cotidianamente en una sociedad y de los que el municipio debe encargarse de gestionar. Están incluidos los RSD y RSUnD:
 - Residuos Sólidos Domiciliarios (RSD): son aquellos que se generan cotidianamente como resultado de los procesos de consumo o desarrollo de actividades. Incluye a los residuos domésticos (de viviendas), comerciales, institucionales, aquellos generados en la vía pública, y los residuos de actividades productivas o talleres que no sean residuos especiales (ver definición más adelante). Se clasifican en:
 - Materiales RECICLABLES: son todos aquellos que pueden ser aprovechados mediante nuevos usos (reutilización) o mediante reincorporación en un proceso productivo (reciclaje).
 - Materiales COMPOSTABLES: son aquellos restos orgánicos biodegradables que pueden ser tratados y aprovechados mediante el proceso de compostaje.
 - BASURA: es la fracción restante de los RSD, que por su composición y características no es factible de ser aprovechada.
 - Residuos Sólidos Urbanos no Domiciliarios (RSUnD):
 - Restos de poda: son productos de poda y corte de césped, de espacios públicos y privados.

- Áridos: son restos de construcción y/o demolición.
 - Producido de barrido: es el conjunto de los residuos producidos a partir del servicio de barrido y limpieza.
 - Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEEs): incluye computadoras de escritorio y portátiles y sus accesorios, monitores, reproductores de música, teléfonos fijos, inalámbricos y celulares, decodificadores, módems y routers, proyectores, calculadoras, registradoras, impresoras, fotocopiadoras, reproductores VHS y DVD, cámaras de fotos, cámaras de video, parlantes, equipos de música, consolas de videojuegos, televisores, pequeños electrodomésticos (licuadoras, cafeteras, afeitadoras, etc.) y electrodomésticos línea blanca (heladeras, cocinas eléctricas, lavarropas, etc.).
 - Voluminosos: mobiliario y artefactos no eléctricos: muebles, camas, colchones, sillas, pallets, etc.
 - Lámparas y tubos de iluminación: se incluyen lámparas y tubos de todo tipo (fluorescente, LED, halógena e incandescente).
 - Pilas / baterías: se incluyen pilas descartables y recargables, baterías de litio, baterías de automóviles, etc.
 - Neumáticos fuera de uso (NFU): son los neumáticos de vehículos que, por sus condiciones, dejan de utilizarse.
 - Aceite vegetal usado (AVU): es el aceite vegetal residual de la cocina, tanto de establecimientos gastronómicos, como de instituciones y viviendas.
- Residuos patógenos: son aquellos generados en establecimientos asistenciales de salud humana y animal (públicos y privados) y centros de belleza, que son susceptibles de generar enfermedades en la población.
- Residuos especiales: son aquellos materiales y sustancias susceptibles de perjudicar a seres vivos o contaminar el suelo, el agua, la atmósfera o el ambiente en general. Su descripción y enumeración se puede revisar en la Ley N°1875 de la provincia de Neuquén, pero a los efectos del propósito de este proyecto, principalmente se considera la inclusión de lubricantes, solventes, combustibles, medicamentos y productos farmacéuticos.

Como se puede ver, en la identificación y descripción de los distintos tipos de residuos se ha intentado evadir el uso de dicha palabra (“residuos”), reemplazándola por “materiales”, “restos” o simplemente evitándola. Esto se debe a la convicción de que un proceso de cambio de paradigma es importante para el funcionamiento adecuado del sistema de gestión diseñado,

que busca valorizar los residuos. Aun así, se mantuvo cierta nomenclatura estándar (como RSD y RSU) para no generar confusiones y diferencias con la empleada en la normativa.

El sistema de gestión integral de residuos propuesto es una parte fundamental del camino hacia un modelo de economía circular, ya que aplica el concepto de las “3R” (Reducir – Reutilizar – Reciclar). En el modelo de producción y consumo lineal, los bienes son fabricados a partir de materias primas vírgenes, comercializados, consumidos y finalmente desechados como residuos; en la economía circular se busca reducir el consumo de recursos, aumentando su rendimiento mediante -entre otras cosas- la reutilización y el reciclaje de materiales (Ellen MacArthur Foundation, 2014). La Reducción en la generación, a través de cambios en los patrones de consumo, disminuye la cantidad de los residuos generados; la Reutilización consiste en volver a usar un residuo para el mismo uso original o uno diferente; el Reciclaje es la transformación de un residuo en un nuevo producto, a través de un proceso que requiere materiales, energía y trabajo. Debido a que el costo económico y ambiental del reciclaje es mayor que el de la reutilización, y el de este último mayor que el de la reducción, técnica y económicamente se busca la aplicación en el orden enumerado (Rodríguez Salinas y Córdova y Vázquez, 2006). Además, una correcta aplicación y ejecución de las 3R contribuirá a una reducción en la emisión de gases de efecto invernadero, acorde con el hecho de que ambos municipios forman parte de la Red Argentina de Municipios frente al Cambio Climático (RAMCC). El sistema de gestión integral diseñado procura, en última instancia, llevar los residuos que no pueden ser evitados, reutilizados ni reciclados, a disposición final mediante una técnica ambientalmente segura (relleno sanitario).

2. DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN ACTUAL DE RESIDUOS

Luego de haber hablado con algunos familiares y conocidos, y buscado información en internet (notas, artículos periodísticos, informes, etc.) acerca de la situación actual en la gestión de residuos en los municipios de Aluminé y Villa Pehuenia-Moquehue, se procedió a contactar a ambas municipalidades. Particularmente se estableció contacto con las áreas de Medio Ambiente y de Turismo de cada una, para poder conocer en profundidad la gestión de residuos y poder averiguar más datos acerca de la actividad turística en la zona, ya que tiene gran relevancia sobre la generación de residuos en las distintas épocas del año.

Respecto al municipio de Aluminé, se estableció contacto con la Secretaría de Turismo y Producción y con la Subsecretaría de Producción y Ambiente vía telefónica y por correo electrónico, y se coordinó una visita al municipio con la subsecretaria de Producción y Ambiente para poder conocer personalmente la situación del mismo.

Respecto al municipio de Villa Pehuenia-Moquehue, se contactó a la Secretaría de Turismo y a la Secretaría de Planificación y Desarrollo (ya que el área de Medio Ambiente está temporalmente sin dirección y depende de ésta última). Lamentablemente la secretaria de Planificación y Desarrollo respondió que por el momento están demasiado ocupados en el municipio como para responder las consultas respecto a la gestión de residuos, y la Secretaría de Turismo no envió la información prometida.

En diciembre de 2017 se realizó un viaje a Villa Pehuenia, Moquehue, Aluminé y zonas aledañas, tales como Ñorquinco y Rucachoroi (todas dentro del departamento de Aluminé). En la Figura 2.1 se muestra el recorrido realizado en vehículo. Esto sirvió para poder conocer personalmente el territorio, analizar y evaluar la situación de cada lugar, tomar fotografías que sirven como registro, entrevistar a distintas personas y obtener información valiosa para el proyecto, que por correo electrónico o por teléfono hubiera sido imposible. A lo largo del viaje, se recorrieron las 3 localidades con las rutas que las conectan, las zonas de Ñorquinco, Rucachoroi, Rahue, Lonco Luan y Paso Fronterizo Icalma, el volcán Batea Mahuida (que en invierno funciona como centro invernal), el basural municipal de Villa Pehuenia-Moquehue, y se entrevistó a Anahí Romero, Emilio Palacio y Ricardo Peña.

Anahí Romero trabaja en la Subsecretaría de Producción y Ambiente de la Municipalidad de Aluminé. Se le realizó una entrevista en su oficina, a la que asistió también Ángela Luengo (presidenta de la cooperativa “Los Amigos del Pueblo”, la cual se encarga de la recolección y separación de residuos en el municipio). Luego se visitaron las oficinas de Turismo y de Informes Turísticos para obtener más información, y se realizó un recorrido por el basural a cielo abierto y la planta de separación de residuos de Aluminé en compañía de Anahí Romero y Ángela Luengo. Se manifestó la voluntad del gobierno municipal por mejorar el impacto de las actividades locales sobre el medio ambiente, y entusiasmo por el presente proyecto.

Emilio Palacio es vecino de Moquehue y trabaja en un complejo turístico en dicha localidad. Se le realizó una entrevista a él debido a que no pudo obtenerse información oficial por parte del municipio respecto a la gestión de residuos. Dado que esta persona vive en el lugar y ha trabajado previamente en el área de servicios públicos de otro municipio, se considera que la información obtenida es confiable.

Ricardo Peña es el Lonco de la comunidad Mapuche Aigo de la zona de Rucachoroi, una de las comunidades Mapuches más grandes de la provincia de Neuquén. La entrevista que se le realizó en su casa fue una experiencia realmente enriquecedora y sirvió para conocer más acerca de su cultura, su forma de vida, la gestión de residuos dentro de la comunidad y en la zona de Rucachoroi, y su opinión respecto a los mismos y al cuidado del medio ambiente.

Por último se habló con los encargados del Ecocamping Ñorquinco para conocer la gestión de sus residuos y la de los vecinos de la zona.

Los diferentes sitios se recorrieron mediante vehículo propio, por lo que pudo registrarse la mayoría de los sitios de interés para la gestión de residuos y evaluar los distintos tipos de caminos y su estado, aspecto relevante para la recolección y el transporte de los mismos.

A partir de la búsqueda de información enunciada previamente, se elaboró el diagnóstico de la situación actual en la gestión de residuos en diferentes zonas del departamento de Aluminé, lo cual se detalla a continuación.

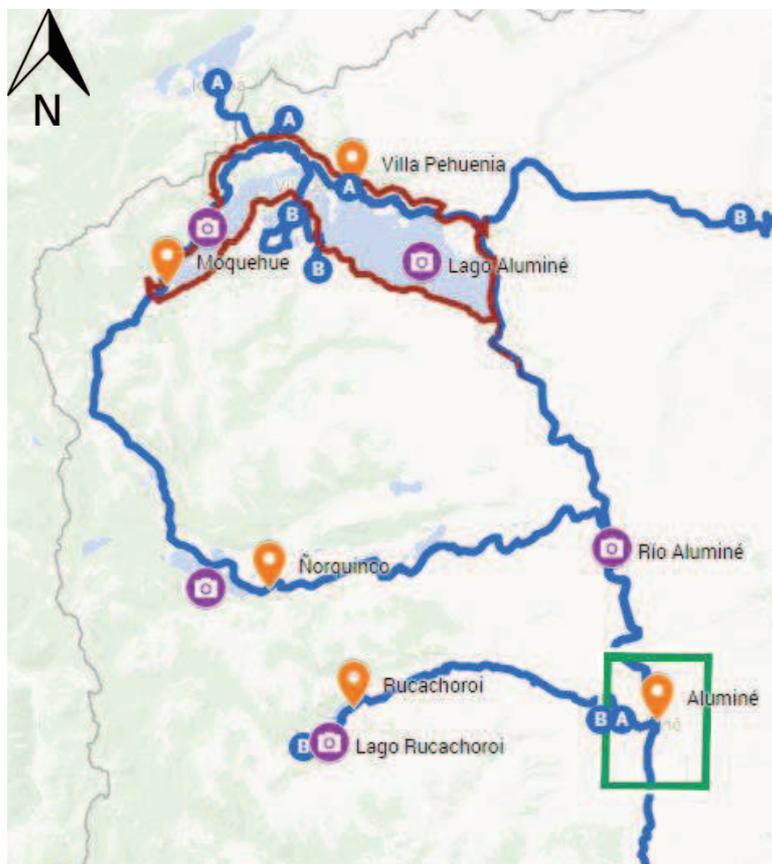


Figura 2.1: Esquema del recorrido (en azul) realizado en vehículo, con los límites de los ejidos municipales de Villa Pehuenia-Moquehue (en rojo) y Aluminé (en verde). Fuente: Elaboración propia mediante el uso de Google My Maps.

2.1. Municipio de Aluminé

El municipio de Aluminé tiene dividida la gestión de los residuos generados. Aquí se presenta la información brindada por el municipio, junto con las observaciones realizadas en el lugar.

2.1.1. Residuos Sólidos Domiciliarios

Los RSD son gestionados por la cooperativa local “Los Amigos del Pueblo”, que tiene a su cargo la recolección diferenciada, la clasificación de residuos secos y la disposición final en el basural a cielo abierto; sólo el camión recolector, el chofer y la planta de clasificación son municipales (suele haber inconvenientes en la relación laboral entre el chofer municipal y los trabajadores de la cooperativa).

El servicio que presta la cooperativa al municipio comenzó en el año 2016, y es mediante contratos que se renuevan cada 6 meses. En la cooperativa trabajan actualmente 8 personas en total, siendo su presidenta la señora Ángela Luengo.

La disposición inicial de los residuos debe ser diferenciada (húmedos / secos, según el día de la semana) en cestos propios de cada frentista, pero no hay especificaciones respecto a sus características, por lo que los cestos varían mucho en los distintos domicilios (ver Figura 2.2), y en muchos casos ni siquiera hay cestos instalados, por lo que los residuos son dispuestos en la vereda o colgados en postes. Los residuos húmedos deben ser dispuestos en bolsas; los residuos secos pueden ser embolsados o no, y los distintos materiales pueden estar mezclados. No existe en el municipio ningún sistema de contenedores para la disposición inicial de RSD.

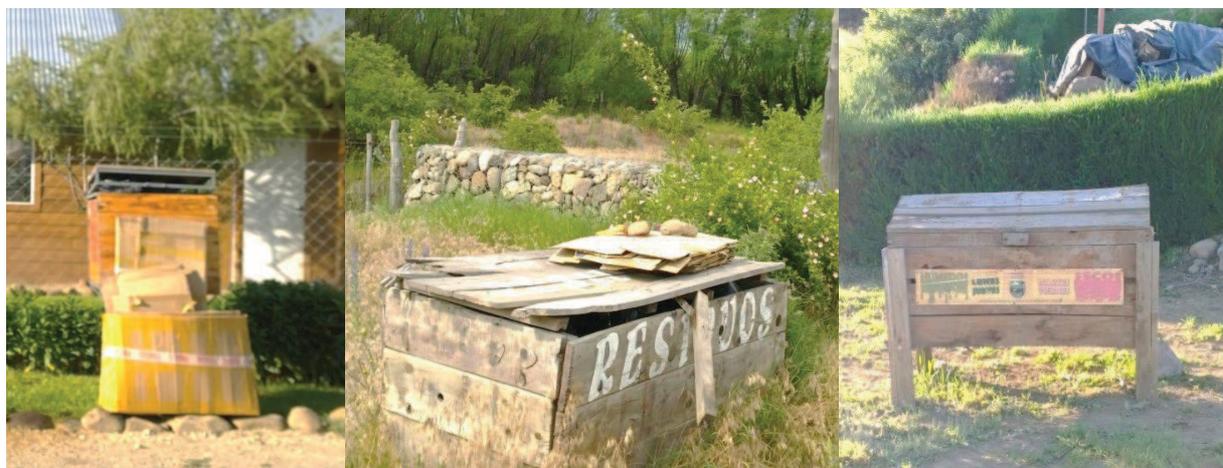


Figura 2.2: Disposición inicial en diferentes tipos de cestos de residuos. Fuente: Producción propia.

En los espacios públicos existen algunos cestos con dos bocas para la separación de residuos, pero no tienen indicaciones para hacerla correctamente ni bolsas en su interior para contener los residuos (Figura 2.3).



Figura 2.3: Fotografía de un cesto público de residuos en la plaza principal de Aluminé. Fuente: Producción propia.

La recolección es de tipo puerta a puerta y se realiza con un camión compactador marca Scorza de carga trasera de 2 ejes, modelo 2008 (ver Figura 2.4), con un chofer y 4 cargadores. Es de tipo diferenciada: están determinados 3 días (lunes, jueves y sábado) para la recolección de residuos húmedos (restos de comida, café, té, cáscaras de fruta, yerba, envases sucios, pañales, toallitas, etc.) y 4 días (martes, miércoles, viernes y sábado) para la recolección de residuos secos (vidrio, plástico, metal, tela, papel, cartón, frascos y envases limpios, etc.) (Subsecretaría de Producción y Ambiente, 2017). La recolección se realiza por las tardes, excepto los días lunes y sábados, que se hace por la mañana. Los días miércoles sólo se realiza la recolección de residuos secos de comercios y se limpian los cestos de residuos. Los días sábado se realiza la recolección de residuos secos y húmedos de comercios. El municipio y la cooperativa no poseen datos ni estimaciones acerca de la generación diaria, semanal, mensual ni anual de residuos, sólo refieren que se recolecta 2 veces la capacidad del camión recolector durante los días asignados a residuos húmedos y 1 vez la capacidad del mismo durante los días asignados a residuos secos. No hay recolección por parte de recuperadores informales.



Figura 2.4: Fotografía del camión recolector de residuos de Aluminé. Fuente: Producción propia.

Respecto al servicio de recolección, el municipio recibe quejas por parte de los vecinos, principalmente por falta de recolección (ver Figura 2.6). Puntualmente, estos reclamos se concentran más en algunos barrios que el municipio tiene catalogados como una zona vulnerable (implica que los vecinos tienen necesidades básicas insatisfechas, muchos son desocupados, carecen de los servicios de agua, cloaca y gas de red, no tienen un ordenamiento por parte de la Secretaría de Obras Públicas del municipio y sus calles son angostas y difíciles de transitar). Dentro de la zona vulnerable (Figura 2.5) se encuentran el Barrio Intercultural y loteos del ex campo Ayoso; aquí sólo existe recolección sobre la calle principal, por lo que la mayoría de los vecinos no poseen este servicio, resultando en la formación de puntos de arrojado y acumulación de residuos en distintos sitios. Esto genera también reclamos de vecinos al municipio, debiendo éste ocuparse de realizar campañas de limpieza. También existen reclamos por el disgusto que genera a los comerciantes que la recolección sea en horarios previos al cierre de los comercios, y por lo tanto previo a que ellos coloquen los residuos en los cestos, por lo que los residuos quedan alrededor de 48 horas en la vereda, con los inconvenientes que ello genera.



Figura 2.6: Fotografías de cestos colmados y desbordados de residuos, debido a la falta de recolección. Fuente: Producción propia.

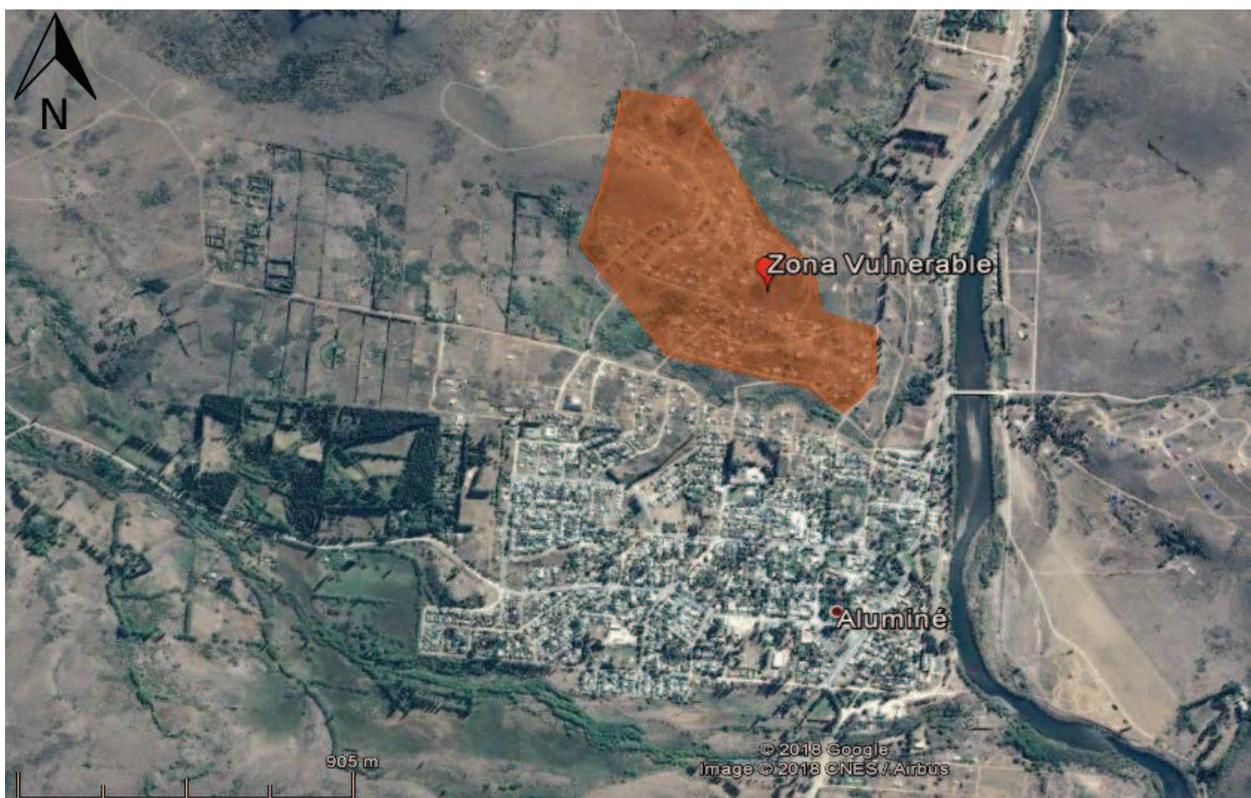


Figura 2.5: Imagen satelital de la ubicación de la zona vulnerable, al norte de la localidad de Aluminé. Fuente: Google Earth.

Una vez completada la tarea de recolección, los residuos son transportados hasta la planta de separación de residuos (en el caso de los residuos secos) o hasta el basural a cielo abierto (residuos húmedos); es decir que a la planta de clasificación no ingresan residuos húmedos, excepto aquellos dispuestos erróneamente o por inadecuada separación inicial con los secos. De esta manera se busca facilitar la tarea de clasificación en la planta y obtener materiales más limpios.

La planta de clasificación es municipal, pero gestionada por la cooperativa, que trabaja de lunes a viernes de 6 a 12 hs. Se encuentra sobre la ruta provincial 23, en el ingreso norte a Aluminé, dentro del ejido municipal. El predio se encuentra cercado con alambrado olímpico (Figura 2.7), posee una garita de control en el ingreso y dispone de sectores determinados para el acopio de materiales dentro y fuera del galpón donde se realizan las tareas de clasificación. El galpón consiste en una construcción de chapa, y en su interior se encuentra el espacio y la maquinaria requerida para la separación y la compactación de los materiales reciclables, con sanitarios para los 8 trabajadores que se reparten las tareas. Los residuos secos, al ser recolectados con el camión compactador, llegan a la planta de clasificación con un cierto grado de compactación y con sus diversos materiales mezclados entre sí. El camión ingresa al galpón mediante una rampa y descarga los residuos en una plataforma de hormigón. Luego éstos son empujados manualmente por los operarios hacia la cinta elevadora, que los vuelca sobre la cinta de clasificación (Figura 2.8). La separación y clasificación de materiales es realizada manualmente sobre la cinta, colocando los materiales en recipientes plásticos (Figura 2.9); luego son acopiados a granel, en bolsones de 1 m³ o en fardos armados mediante una de las 2 prensas que hay en la planta. Los materiales que no podrán ser reciclados son llevados en el camión recolector hasta el basural a cielo abierto para su disposición final.



Figura 2.7: Fotografía de la planta de clasificación de residuos de Aluminé, tomada desde la ruta. Fuente: Producción propia.



Figura 2.9: Fotografía de la cinta de clasificación, con los recipientes plásticos para la separación de los distintos materiales. Fuente: Producción propia.



Figura 2.8: Fotografía de la cinta elevadora que vuelca los materiales sobre la cinta de clasificación. Fuente: Producción propia.

La maquinaria que posee la planta es la siguiente:

- ✓ 3 cintas elevadoras (1 para el material sin clasificar, 2 para el rechazo -al momento, sin utilizar-)
- ✓ 1 cinta de clasificación
- ✓ 1 trituradora de cuchillas

- ✓ 2 prensas hidráulicas enfardadoras (1 vertical y 1 horizontal)
- ✓ 1 autoelevador (no es propio, se alquila cuando es necesario mover gran cantidad de material)

En algunas ocasiones la cooperativa realiza actividades de recuperación de materiales reciclables directamente en el basural a cielo abierto, debido a la ineficiente separación inicial (Figura 2.10). Esto implica posibles cortes o daños en la piel y riesgos para la salud de los trabajadores, a la vez que los materiales recuperados son de menor calidad por encontrarse sucios.



Figura 2.10: Fotografía del frente de descarga de residuos del basural a cielo abierto de Aluminé, donde en ocasiones se realizan tareas de recuperación de materiales. Fuente: Producción propia.

La cooperativa suele realizar 2 ventas de materiales por año, transportando los mismos desde la planta en Aluminé hasta la localidad de Cipolletti, provincia de Río Negro, donde los vende a la empresa “Recicladora Del Valle”. El transporte se realiza con un camión municipal, y el dinero obtenido de las ventas corresponde a la cooperativa. Ni el municipio ni la cooperativa cuentan con balanza para el pesaje de los materiales, por lo cual no tienen un control propio sobre los pesajes informados por la empresa recicladora, y deben confiar en dichos valores.

La disposición final de RSD se realiza en el basural a cielo abierto de Aluminé, ubicado cerca del límite norte del ejido municipal (dentro del mismo), a menos de 50 metros del cauce del río Rucachoroi (Figura 2.11). Unos 700 metros aguas abajo, este río desemboca en el río Aluminé, que continúa su recorrido hacia el Sur, pasando por la localidad de Aluminé y siendo utilizado como fuente de agua de consumo para la población. Además ambos ríos son relevantes para el turismo, la pesca deportiva y actividades acuáticas como rafting, por lo que

es necesario mantenerlos limpios y cristalinos. El predio donde se encuentra el basural es propiedad de la Corporación Pulmarí.



Figura 2.11: Imagen satelital de la ubicación del basural a cielo abierto de Aluminé. Fuente: Google Earth.

El control del basural se encuentra a cargo de la cooperativa, tanto para el ingreso de residuos por parte de la misma a partir de la recolección de residuos húmedos y del rechazo de la planta de clasificación, como para el ingreso y disposición de residuos por parte de aquellas personas que no tienen servicio de recolección en sus domicilios (por ejemplo, aquellos que no se encuentran dentro del ejido municipal). El predio no cuenta con alambrado perimetral.

La extensión del basural es de aproximadamente 1 hectárea, y actualmente más del 50% se encuentra cubierto de tierra, debido a que el gobierno de la provincia de Neuquén realiza esporádicamente trabajos de movimiento de tierra para “sanearlo”. Esto se debe a que Aluminé resultó electa como sede para la competencia mundial de rafting en noviembre de 2018, desarrollándose específicamente en los ríos Rucachoroi y Aluminé. Por esta razón se desea clausurar el basural, sanearlo, y construir un relleno sanitario adecuado en otro sitio para la disposición final de residuos. Actualmente el basural funciona como tal, y las tareas de “saneamiento” sólo incluyen el cubrimiento de residuos con tierra (Figura 2.12), para reducir la contaminación visual. En el sitio no existe ningún tipo de tratamiento de los residuos, colecta de lixiviados o gases ni impermeabilización del suelo. Todas estas características son generadoras de fuertes olores, lo que afecta a las actividades que se desarrollan sobre los cursos de agua cercanos, a la vez que atraen y concentran a gran variedad de aves (Figura 2.13), lo que puede generar accidentes de tránsito, dada la cercanía con la ruta provincial 23.



Figura 2.12: Fotografía de la cubierta de tierra sobre los residuos en el basural de Aluminé. Puede observarse también la cercanía del río Rucachoroi (derecha). Fuente: Producción propia.



Figura 2.13: Fotografía del basural de Aluminé, donde se observa una gran cantidad de aves. Fuente: Producción propia.

2.1.2. Restos de poda

La poda de espacios públicos es realizada por el municipio, centralmente en la época de poda (mayo, junio, julio y agosto), pero también cuando es necesario para el despeje de luminaria, cuando existe riesgo de caída de ramas, cuando se dificulta algún paso o cuando existen reclamos vecinales. A medida que se realiza la poda, se utiliza una chipeadora de arrastre que posee el municipio para reducir el volumen del residuo (actualmente ésta se encuentra fuera de servicio por problemas técnicos), luego se carga en camiones volcadores y se transporta a un predio destinado específicamente para la disposición de residuos de poda y jardín. Allí no reciben tratamiento alguno, y tampoco son utilizados.

Por otro lado, la poda domiciliaria está a cargo de cada vecino, y los residuos de poda y jardín generados son gestionados de dos formas: si el volumen es pequeño y puede ser embolsado, el vecino puede disponerlos junto con los RSD húmedos y se gestionan como tales; si el volumen de residuos es considerable, el vecino debe solicitar un volquete al municipio (Figura 2.14) para disponerlos y luego el municipio se encarga de transportarlos hasta el sitio de disposición de residuos de poda y jardín indicado previamente (este servicio no tiene un costo extra para el vecino, ya se encuentra incluido en el impuesto municipal).



Figura 2.14: Fotografía del servicio volquetero brindado por el municipio. Fuente: Producción propia.

2.1.3. Áridos

Los residuos de construcción/demolición que generan los vecinos son gestionados de dos formas: en el caso de que el volumen y el peso sean muy reducidos, pueden embolsarse y gestionarse en conjunto con los RSD húmedos; en el caso de que sean de mayor volumen y peso (que es lo que suele ocurrir), el vecino debe solicitar al municipio un volquete (Figura 2.15) para disponerlos, luego el municipio se encarga de retirar el volquete, transportarlo hasta el basural de Aluminé y disponerlos allí. Si algún otro vecino deseara obtener dichos residuos para uso propio, puede solicitarlos al municipio previo a la disposición final y son llevados sin costo hasta su domicilio. A diferencia del servicio de volquetes para residuos de poda y jardín, los volquetes para residuos áridos sí tienen costo para el vecino que los genera.



Figura 2.15: Fotografía de un volquete empleado para la disposición inicial de residuos de poda y jardín o áridos. Fuente: Producción propia.

2.1.4. Producido de barrido

Los residuos producidos a partir del servicio de barrido y limpieza son gestionados íntegramente por el municipio: 30 empleados de la Secretaría de Obras Públicas se encargan del servicio de barrido manual y limpieza en calles pavimentadas, veredas y espacios públicos, y del transporte del residuo generado al sitio de disposición de restos de poda.

2.1.5. Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEEs), Neumáticos Fuera de Uso (NFU) y Aceite Vegetal Usado (AVU)

Existe una Mesa Regional para proponer, discutir y acordar diversas cuestiones relacionadas a la gestión de residuos, en la que participan los municipios de Aluminé, Villa Pehuenia-Moquehue, Junín de los Andes, San Martín de los Andes, Villa La Angostura, Piedra del Águila, Picún Leufú, El Chocón, Zapala y Bariloche. Consiste en reuniones que se realizan cada 2 meses, y hasta el momento están acordadas las siguientes campañas:

- ✓ RAEEs: 1 vez por año, durante 1 mes se reciben en cada palacio municipal, acopiándolos para luego enviarlos a una empresa especializada que reutiliza los componentes aptos para ser reacondicionados y envía a disposición final mediante operadores habilitados aquellos elementos que no pueden aprovechar. En el municipio de Aluminé los RAEEs son acopiados en la planta de clasificación de residuos, sobre suelo natural (Figura 2.16).

- ✓ NFU: 1 vez por año se acopian los neumáticos fuera de uso de particulares y de gomerías, ocupándose luego el gobierno de la provincia de Neuquén de enviarlos a tratar.
- ✓ AVU: 1 bin de 1000 litros en cada municipio y bidones pequeños para distribuir en las casas de comidas es lo se está poniendo en práctica para acopiar el aceite vegetal usado; luego el gobierno provincial se ocupa de transportarlo para su reutilización. En el municipio de Aluminé el bin de 1000 litros se encuentra en la planta de clasificación, y cada casa de comidas debe acercarse cuando llena su bidón para vaciarlo allí.



Figura 2.16: Fotografía del acopio de RAEEs sobre suelo natural en la planta de clasificación de residuos de Aluminé. Fuente: Producción propia.

2.1.6. Lámparas, tubos de iluminación, pilas y baterías

El municipio de Aluminé no realiza ninguna gestión diferenciada para los artefactos de iluminación, pilas y baterías fuera de uso, por lo que son gestionados junto con los RSD.

2.1.7. Residuos patógenos

El gobierno provincial tiene a cargo la gestión de los residuos patógenos generados en los centros de salud provinciales (Hospital Intercultural de Aluminé y Centro de Atención Primaria “Las Latas”).

Por otro lado, el municipio de Aluminé se encarga de la gestión de los residuos patógenos generados por privados: los laboratorios, farmacias y veterinarias los llevan al sitio de acopio, que es el matadero municipal, y la empresa CLIBA se encarga de retirarlos una vez por mes y tratarlos. Esta empresa le factura su servicio al municipio, y el municipio, a su vez, le cobra una tasa a cada generador.

2.1.8. Residuos especiales

Los únicos residuos especiales de los que el municipio tiene conocimiento sobre su gestión, son aquellos generados por el lubricentro: el municipio de Aluminé firmó un convenio con Vialidad Provincial para que se encargue del retiro y tratamiento de estos residuos, aprovechando el paso del camión transportista por la zona. Se desconoce la gestión de los residuos especiales generados en los talleres mecánicos u otros comercios.

2.1.9. Campañas de comunicación

No se encuentra implementándose actualmente una campaña de comunicación para facilitar la gestión de residuos, y durante el año 2017 en general las acciones destinadas a comunicar estas cuestiones a los vecinos se vieron limitadas debido a otras ocupaciones que debió atender el municipio de Aluminé. Se observaron unos pocos carteles informativos en el palacio municipal y en la oficina de Medio Ambiente solamente, y al parecer no hay comunicados en los medios locales. Se realizan algunas charlas informativas en las escuelas y visitas a la planta de clasificación de residuos.

2.1.10. Síntesis de problemas identificados

- Conflictos entre el chofer municipal del camión recolector de residuos y los trabajadores de la cooperativa, que derivan en problemas en la recolección de RSD.
- No existe estandarización sobre los cestos de residuos (y en muchos casos los cestos son inexistentes), lo que deriva en inconvenientes con animales sueltos y diseminación de residuos en el suelo.

- Ineficiente separación inicial de RSD.
- No se poseen datos ni estimaciones acerca de la generación diaria, semanal, mensual ni anual de residuos, debido a que el municipio no posee una balanza.
- Respecto al servicio de recolección, el municipio recibe quejas por parte de los vecinos, principalmente por falta de recolección; puntualmente, estos reclamos se concentran más en la zona vulnerable.
- Reclamos de los comerciantes porque la recolección se realiza en horarios previos al cierre de los comercios.
- Formación de puntos de arrojado y acumulación de residuos.
- Ausencia de un autoelevador en forma permanente para el traslado de materiales en la planta de clasificación, lo que genera grandes esfuerzos por parte de los trabajadores para moverlos manualmente.
- Ausencia de balanza en la planta de clasificación para controlar la cantidad de materiales recuperados y vendidos.
- Desaprovechamiento de los RSD húmedos.
- Disposición final de RSD en el basural a cielo abierto, a pocos metros del río Rucachoroi.
- Tareas de saneamiento del basural insuficientes para controlar la contaminación del medio ambiente.
- Chipeadora de ramas fuera de servicio.
- Se desaprovechan los restos de poda y los áridos, llevándolos a disposición final.
- Las gestiones de RAEEs y de NFU están limitadas a un corto período de tiempo en el año.
- La gestión de AVU está limitada a los comercios gastronómicos.
- No existe gestión diferenciada para los artefactos de iluminación, pilas y baterías, respecto de los RSD.
- Se desconoce la gestión de los residuos especiales generados en los talleres mecánicos u otros comercios.
- No se encuentra implementándose actualmente una campaña de comunicación para facilitar la gestión de residuos.

2.2. Municipio de Villa Pehuenia-Moquehue

Aquí se presenta la información que se pudo recabar acerca de la gestión de residuos en el municipio de Villa Pehuenia y Moquehue. La misma es limitada debido a que el municipio no respondió a las consultas enviadas ni aceptó brindar una entrevista, por lo que los datos presentados refieren a las observaciones realizadas en el lugar y a la entrevista brindada por Emilio Palacio.

2.2.1. Residuos Sólidos Domiciliarios

Los RSD son gestionados por el municipio, que se encarga de la recolección diferenciada, el transporte y la disposición final en el basural a cielo abierto.

La disposición inicial de los residuos debe ser diferenciada (húmedos / secos) en cestos propios de cada frentista; existen ciertas especificaciones respecto a las características de los cestos (Ordenanza N° 72/2009), pero en numerosos domicilios no se respetan (ver Figura 2.17) y en algunos casos no hay siquiera cestos instalados. Los residuos húmedos deben ser dispuestos en bolsas, y los residuos secos (plástico, vidrio, papel y cartón) deben ser dejados al costado del cesto para que los recolectores puedan identificarlos. No existe en el municipio ningún sistema de contenedores para la disposición inicial de RSD.

Un problema recurrente es la tenencia/propiedad de las tierras (las escrituras de los terrenos) y que no están bien determinados los límites del ejido municipal con el área de la Corporación Pulmarí. Esto genera que muchos domicilios no paguen los impuestos municipales y por lo tanto haya discusiones acerca de si debe pasar o no el camión recolector. Por eso ocurre que muchos terrenos que no tienen el servicio de recolección terminan colocando sus residuos en los cestos de otros y colapsándolos, o dejándolos en la calle. Muchas cabañas/propiedades no están oficialmente registradas, por lo que no pagan los impuestos y no tienen servicio de recolección de residuos, y también colocan los residuos en cestos ajenos y los colapsan.

No se observaron cestos públicos de residuos, por lo que se cree que su cantidad es reducida en el municipio.



Figura 2.17: Disposición inicial en diferentes tipos de cestos de residuos. Fuente: Producción propia.

La recolección es de tipo puerta a puerta y se realiza con un camión compactador marca Scorza de carga trasera de 2 ejes, modelo 2005 (Figura 2.18), con un chofer y 2 cargadores, para los residuos húmedos, y con una camioneta para los residuos secos. Están determinados 2 días para la recolección de residuos en cada sector del ejido municipal (excepto para la zona céntrica, que son 3 días), y los residuos secos y los húmedos se recolectan los mismos días, ya que la camioneta para la recolección de residuos secos viaja detrás del camión de residuos húmedos. La recolección se realiza por la mañana en todo el ejido, y no hay recolección por parte de recuperadores informales.



Figura 2.18: Fotografía del camión recolector de residuos de Villa Pehuénia y Moquehue. Fuente: Producción propia.

Una vez completada la tarea de recolección, los residuos húmedos son transportados hasta el basural a cielo abierto municipal, donde son dispuestos sin tratamiento alguno; los residuos secos son acopiados para luego ser llevados (cada algunos meses) en un camión municipal con batea a la planta de clasificación de residuos de Aluminé, sin tener que pagar a la cooperativa ni al municipio de Aluminé los costos de la gestión posterior de los mismos. Los vecinos también pueden acercarse a llevar sus residuos al basural municipal, de lunes a viernes entre las 10 y las 15 hs (Figura 2.19).



Figura 2.19: Fotografía de la entrada al basural a cielo abierto de Villa Pehuenia y Moquehue.
Fuente: Producción propia.

Se han observado algunos cestos con residuos diseminados a su alrededor (Figura 2.20), posiblemente a causa de algún animal, que permanecen varios días antes de ser retirados.



Figura 2.20: Fotografía de residuos diseminados alrededor de cestos de residuos, que tardaron varios días en ser limpiados. Fuente: Producción propia.

La disposición final de RSD se realiza en el basural a cielo abierto de Villa Pehuenia y Moquehue, ubicado en un predio por fuera del ejido municipal sobre la ruta provincial 13, a 150 metros del cauce del río Litrán (Figura 2.21). Unos 6 kilómetros aguas abajo, este río desemboca en el Lago Aluminé, que es uno de los mayores atractivos de la localidad de Villa Pehuenia y le da origen al río homónimo.

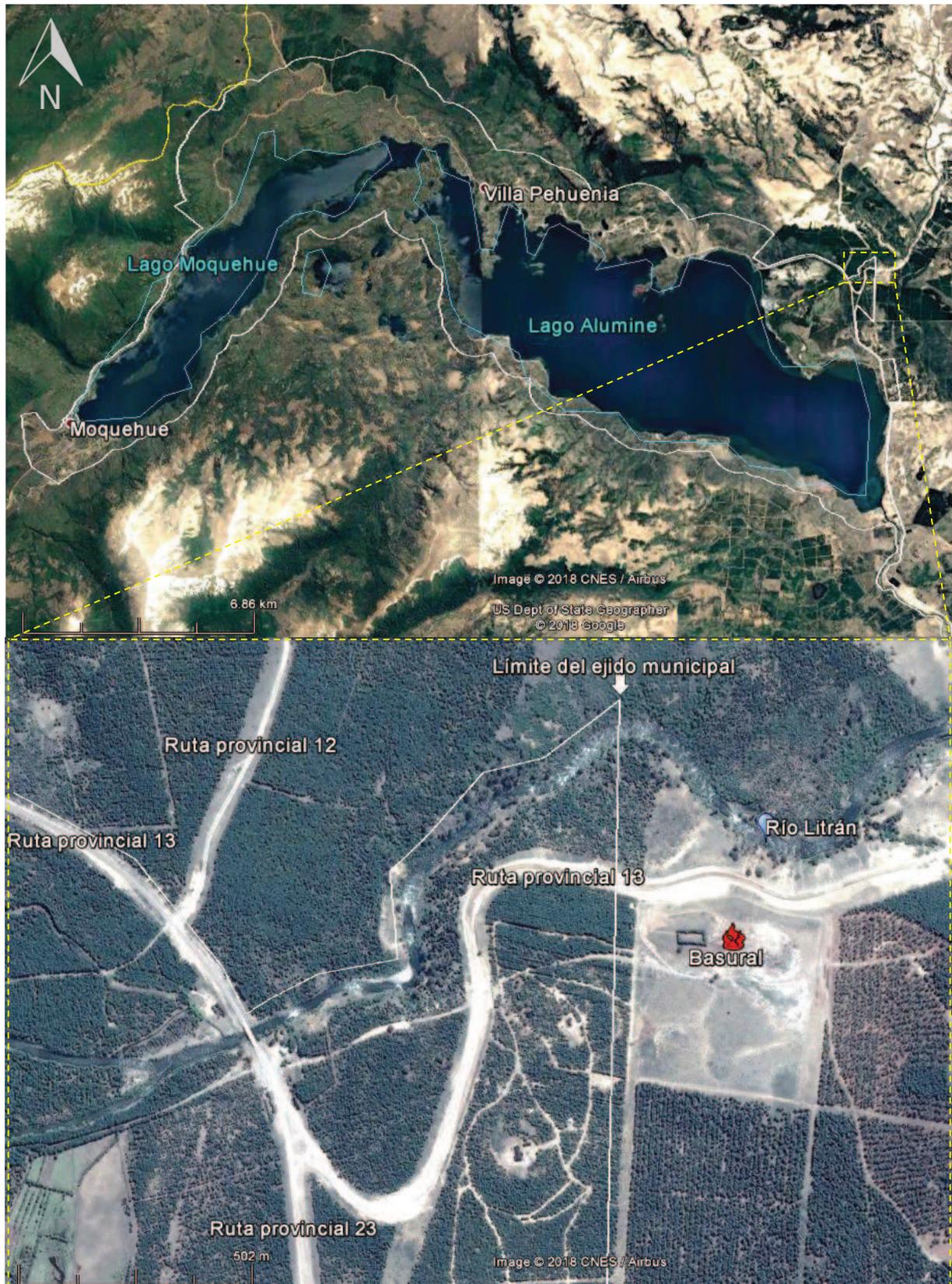


Figura 2.21: Imagen satelital de la ubicación del basural a cielo abierto de Villa Pehuénia-Moquehue. Fuente: Google Earth.

El predio cuenta con alambrado perimetral, pero no tiene puerta ni control de ingreso, por lo que se pudo entrar al mismo y recorrerlo sin problema; su extensión es de aproximadamente 15 hectáreas, y se estima que la superficie afectada por la disposición de residuos es de alrededor de 5 hectáreas.

Se pudo observar todo tipo de residuos en el basural: RSD húmedos y secos, residuos de poda, escombros, RAEEs, automóviles incendiados abandonados, NFU, colchones. Son habituales las voladuras de residuos (Figura 2.22) debido al viento de la zona (una fracción es retenida en el alambrado perimetral), y se puede ver una gran concentración de aves volando y alimentándose en la basura (Figura 2.23).



Figura 2.22: Fotografía de residuos volados por el viento, retenidos en parte por el alambrado perimetral del basural de Villa Pehuena-Moquehue. En el predio lindero se observa producción forestal. Fuente: Producción propia.



Figura 2.23: Fotografía del basural de Villa Pehuenia-Moquehue, donde se observa una gran concentración de aves y el Lago Aluminé en el fondo. Fuente: Producción propia.

Se sintieron fuertes olores durante la recorrida en el predio, y no se encontró personal de control ni realizando trabajos en el mismo. Es claro que la actividad en el basural se limita a depositar los residuos sin tratamiento ni cubierta alguna, y no se realizan trabajos de remediación o saneamiento del terreno. Esto implica un serio riesgo para la calidad del suelo, las napas y las aguas superficiales que se encuentran cerca. A su vez, el predio linda con una plantación forestal (Figura 2.22) y con un emprendimiento inmobiliario (Figura 2.24), por lo que los riesgos de contaminación y de incendios que implica el basural también pueden afectarlos.



Figura 2.24: Fotografía de la entrada de “Altos de Pehuénia”, un emprendimiento inmobiliario cercano a Villa Pehuénia y lindante al basural municipal. Fuente: Producción propia.

2.2.2. Restos de poda

La poda de espacios públicos es realizada por el municipio y luego trasladada en la misma batea que utilizan para llevar los residuos secos a la planta de clasificación de residuos de Aluminé (Figura 2.25). Se desconoce dónde el municipio realiza la disposición final de estos residuos, pero se cree que al menos una fracción es trasladada al basural, debido a que se vieron varias acumulaciones de ramas en el predio.

Por otro lado, la poda domiciliaria está a cargo de cada vecino, y se desconoce cómo es la gestión posterior (en el caso de que el volumen de residuos sea pequeño, puede ser embolsado y gestionado junto con los RSD húmedos).

Las observaciones personales respecto a estos residuos se resumen en que se ven muchos montículos al borde de las calles y sobre el frente de los domicilios (Figura 2.26), lo que obstruye el paso y brinda un mal aspecto (de abandono), principalmente al turista. Esto supone una débil gestión por parte del municipio.



Figura 2.25: Fotografía del camión municipal y la batea empleados para el traslado de residuos de poda y residuos secos. Fuente: Producción propia.



Figura 2.26: Fotografías de montículos de residuos de poda en la vía pública, en el municipio de Villa Pehuenia-Moquehue. Fuente: Producción propia.

2.2.3. Áridos

Se desconoce el mecanismo de gestión de estos residuos, por lo que sólo se obtuvieron impresiones personales al respecto, y al igual que con los residuos de poda, se observan montículos de escombros en la vía pública (Figura 2.27), lo que principalmente brinda una sensación de abandono y degrada la imagen visual del sitio. Esto también supone una mala gestión o control por parte del municipio.



Figura 2.27: Fotografías de montículos de residuos áridos en la vía pública, en el municipio de Villa Pehuenia-Moquehue. Fuente: Producción propia.

2.2.4. Producido de barrido

Se desconoce el mecanismo de gestión de estos residuos; aun así, el porcentaje de cuadras pavimentadas en el municipio es muy bajo, por lo que se estima que el volumen generado es pequeño, y se cree que se gestionan en conjunto con los RSD húmedos.

2.2.5. Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEEs), Neumáticos Fuera de Uso (NFU) y Aceite Vegetal Usado (AVU)

El municipio de Villa Pehuenia-Moquehue participa de la misma Mesa Regional de gestión de residuos en la que lo hace el municipio de Aluminé, y se estima que se lleva adelante un tipo similar de gestión respecto a estos residuos. Ver Punto 2.1.5 en la página 27.

2.2.6. Lámparas, tubos de iluminación, pilas y baterías

El municipio de Villa Pehuenia-Moquehue no realiza ninguna gestión diferenciada para los artefactos de iluminación, pilas y baterías, por lo que son gestionados junto con los RSD.

2.2.7. Residuos patógenos

El gobierno provincial tiene a cargo la gestión de los residuos patógenos generados en los centros de salud provinciales (Centro de Salud de Villa Pehuenia y Sala de Primeros Auxilios de Moquehue). Se desconoce la gestión de los residuos patógenos generados por privados.

2.2.8. Residuos especiales

Se desconoce la gestión que se realiza sobre los residuos especiales generados en el municipio de Villa Pehuenia-Moquehue, pero observando la situación general de la gestión de residuos, se entiende que es probable que ésta sea inadecuada.

2.2.9. Campañas de comunicación

Se desconoce si existen campañas de comunicación en materia de residuos, pero sí existen comunicados por medio de la radio local que informan acerca de la separación en origen de RSD en húmedos y secos. No se ha observado cartelera ni folletería en la vía pública respecto a la gestión de residuos.

2.2.10. Síntesis de problemas identificados

- No se respetan las características normadas de los cestos de residuos, lo que deriva en inconvenientes con animales sueltos y diseminación de residuos en el suelo.
- Muy ineficiente separación inicial de RSD, según lo que pudo observarse en el basural.
- Se entiende que no se poseen datos acerca de la generación de residuos, debido a que no se observó ningún control en el basural ni balanza en el municipio.
- Falta de pago de impuestos municipales por parte de muchos contribuyentes, lo que deriva en falta de recolección, colapso de cestos ajenos y diseminación de residuos.
- El municipio no posee una planta de clasificación de residuos, sólo lleva algunos materiales reciclables a la planta de Aluminé.
- Disposición final de RSD en el basural a cielo abierto, a pocos metros del río Litrán y sin control alguno.
- Se observan muchos montículos de residuos de poda en la vía pública, y se cree que son llevados a disposición final y no son aprovechados.
- Se observan montículos de residuos áridos en la vía pública, y se desconoce su gestión.

- Se estima que, al igual que el municipio de Aluminé, las gestiones de RAEEs y de NFU están limitadas a un corto período de tiempo en el año, y la gestión de AVU está limitada a los comercios gastronómicos.
- No existe gestión diferenciada para los artefactos de iluminación, pilas y baterías.
- Se desconoce la gestión de los residuos especiales generados, pero se cree que es inadecuada debido a la gestión de los residuos en general.
- Se desconoce si existen campañas de comunicación municipales en materia de residuos, y no se ha observado cartelera ni folletería en la vía pública al respecto.

2.3. Áreas por fuera de los ejidos municipales

La provincia de Neuquén está dividida en departamentos y, dentro de ellos, los municipios no abarcan la totalidad del territorio (sistema de ejidos no colindantes). Dentro del departamento de Aluminé, en la zona en cuestión, la administración del territorio por fuera de los límites de los ejidos municipales de Villa Pehuenia-Moquehue y Aluminé corresponde a distintas entidades (Figura 2.28): la provincia de Neuquén (tanto las áreas sin manejo de conservación como las áreas naturales protegidas Batea Mahuida y Chañy), la Administración de Parques Nacionales (Parque Nacional Lanín), las comunidades mapuches y la Corporación Interestadual Pulmarí (CIP).

La CIP tiene como objetivo la explotación de los terrenos en actividades agroforestales, ganaderas, mineras, industriales, comerciales y turísticas, y el desarrollo de cualquier otra actividad para lograr el crecimiento socioeconómico del área y de las comunidades indígenas de la zona. Su Directorio está compuesto por cuatro representantes del Estado Nacional, tres del Gobierno de la Provincia del Neuquén y uno por las comunidades mapuches (Ley N° 23.612, 1988).

Los territorios de las comunidades Mapuches Puel, Catalán, Aigo, Ñorquinco y Wiñoy Tayiñ Rakizuam se encuentran inmersos en las zonas de la Corporación Pulmarí, el Parque Nacional Lanín y el territorio provincial.

Aquí se presenta la información (limitada) que se pudo recabar mediante consultas a la comunidad Mapuche Aigo (entrevista al Lonco Ricardo Peña), a los dueños del Ecocamping Ñorquinco y la observación de los lugares que se visitaron.

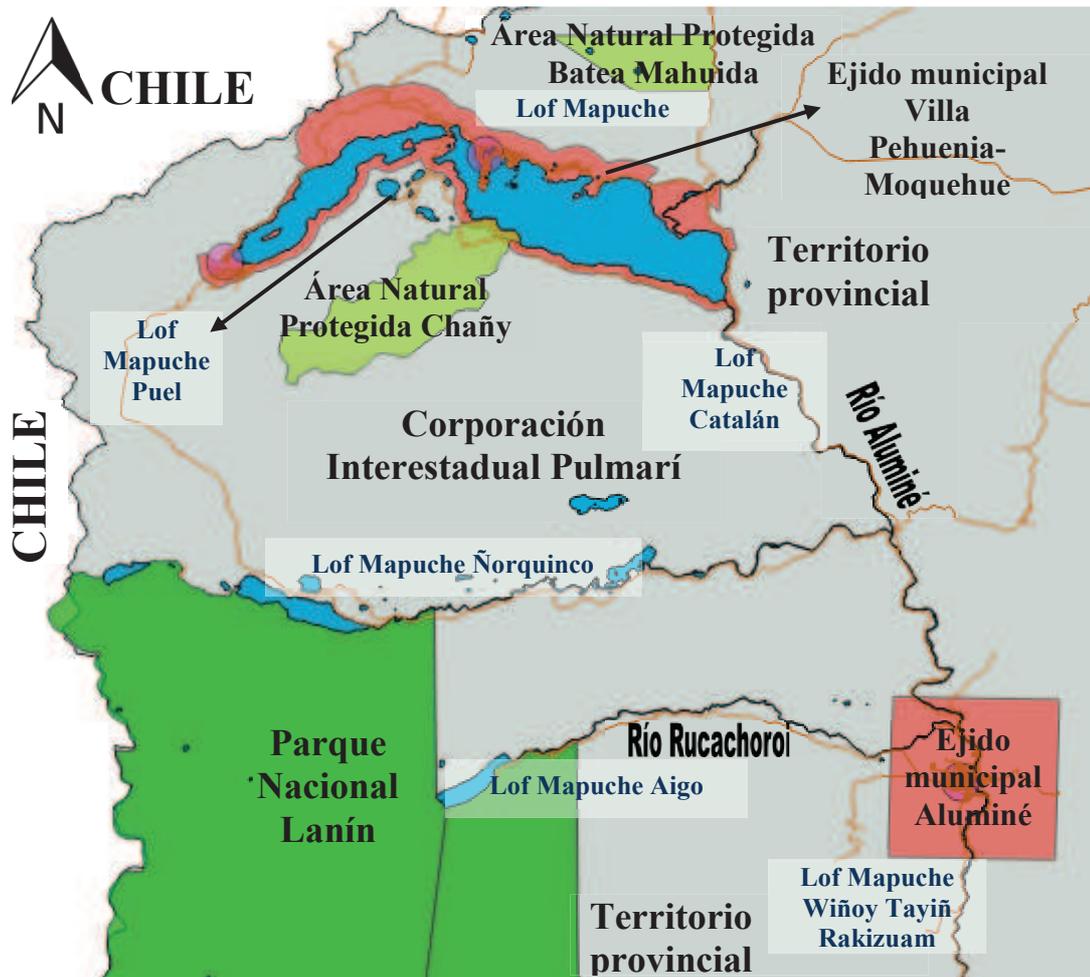


Figura 2.28: Mapa con la ubicación de los territorios mapuches (“Lof” es cada comunidad), provinciales, nacionales y de la Corporación Interestadual Pulmarí, que limita al norte con el municipio de Villa Pehuenia-Moquehue, al este con el río Aluminé, al sur con el río Rucachoroi y al oeste con la frontera con Chile. Fuente: Elaboración propia mediante el uso de QGIS.

La comunidad mapuche y la Administración de Parques Nacionales (APN) realizan un Co-manejo del Parque Nacional Lanín; de esta manera se incluye a la comunidad en las tareas y trabajos que se realizan en el Parque, ésta realiza emprendimientos turísticos (tales como campings) y se mantiene un diálogo constante entre la población que vive dentro del territorio del Parque y la APN.

En los senderos del Parque Nacional Lanín y sus accesos no hay cestos de residuos, sólo hay carteles que indican al visitante “Regrese con sus residuos”, sumado a algunos textos explicativos. Sí hay un cesto en el punto de atención al visitante frente al lago Rucachoroi, que se entiende que es gestionado por APN junto con sus propios residuos.

En el territorio provincial por fuera de los ejidos municipales y en el área Pulmarí (CIP) no hay servicio de recolección de residuos para los emprendimientos ni para los vecinos. Por esta razón, depende de cada persona cómo se realiza la gestión de los mismos. Según lo expresado por los dueños del Ecocamping Ñorquinco, algunas personas separan los residuos secos, los acopian y los llevan a la planta de clasificación de Aluminé, y los residuos húmedos (o mezclados con los secos, en el caso de que no realicen separación) los entierran, hacen compostaje, los queman o los llevan al basural de Aluminé.

Según lo hablado con el Lonco Ricardo Peña, la comunidad mapuche tampoco tiene servicio de recolección de residuos, por lo que en general los gestionan de la siguiente manera: reutilizan aquellos residuos que le encuentran alguna utilidad (por ejemplo: botellas), realizan compost con aquellos residuos de cocina fácilmente biodegradables o los utilizan como alimento para las gallinas, y queman o entierran la fracción restante.

Tanto el Parque de Nieve y Área Recreativa Batea Mahuida como el área de las 5 lagunas (ambos muy cercanos a la localidad de Villa Pehuenia, pero fuera del ejido municipal, como se puede ver en la Figura 2.29) pertenecen y son administrados por la comunidad Mapuche Puel; el costo del ingreso a cada uno es muy accesible para los visitantes. Dentro, hay cestos de residuos instalados en distintos puntos del recorrido, pero se desconoce quién se encarga de la recolección. Según lo observado, los residuos parecen permanecer en los cestos varios días antes de ser recolectados. En las áreas protegidas provinciales se cree que no hay habitantes ni emprendimientos que generen residuos.



Figura 2.29: Mapa con la ubicación del área recreativa Batea Mahuida (donde funciona el parque de nieve en invierno) y el área de las 5 lagunas. Fuente: Google Earth.

3. ESTUDIO DE NORMATIVA APLICABLE

Se analizó la normativa aplicable a la gestión de residuos en el territorio en cuestión. También se investigó normativa del resto de las provincias del país, destacando la de Buenos Aires, Santa Fe y La Rioja, ya que tienen requisitos ambientales más exigentes que la provincia de Neuquén; aunque dicha normativa no aplica a la zona del presente proyecto, se tuvo en consideración en el diseño, en pos de una mayor protección del medio ambiente.

3.1. Normativa nacional

➤ Constitución Nacional – Artículo 41

Respecto a los residuos, sólo especifica que “se prohíbe el ingreso al territorio nacional de residuos actual o potencialmente peligrosos, y de los radiactivos”. Sobre el medio ambiente, indica que “todos los habitantes gozan del derecho a un ambiente sano [...] y tienen el deber de preservarlo” y “el daño ambiental generará prioritariamente la obligación de recomponer”.

➤ **Ley Nacional N° 25.916 – Gestión de residuos domiciliarios**

- Establece los “presupuestos mínimos de protección ambiental para la gestión integral de residuos domiciliarios, sean éstos de origen residencial, urbano, comercial, asistencial, sanitario, industrial o institucional, con excepción de aquellos que se encuentren regulados por normas específicas.” Define a los residuos domiciliarios como “aquellos elementos, objetos o sustancias que como consecuencia de los procesos de consumo y desarrollo de actividades humanas, son desechados y/o abandonados”.
- Describe las etapas comprendidas en la gestión integral: generación, disposición inicial, recolección, transferencia, transporte, tratamiento y disposición final.
- Determina que las autoridades competentes serán los organismos que determinen cada una de las jurisdicciones locales, y que éstas “promoverán la valorización de residuos mediante la implementación de programas de cumplimiento e implementación gradual” y “podrán suscribir convenios bilaterales o multilaterales, que posibiliten la implementación de estrategias regionales para alguna o la totalidad de las etapas de la gestión integral de los residuos domiciliarios”.

➤ **Ley Nacional N° 25.675 – Ley General del Ambiente**

Establece los “presupuestos mínimos para el logro de una gestión sustentable y adecuada del ambiente, la preservación y protección de la diversidad biológica y la implementación del desarrollo sustentable”.

➤ **Ley Nacional N° 24.051 – Residuos peligrosos**

Establece la gestión de residuos peligrosos “cuando se tratare de residuos generados o ubicados en lugares sometidos a jurisdicción nacional o, aunque ubicados en territorio de una provincia estuvieren destinados al transporte fuera de ella o [...] pudieren afectar a las personas o el ambiente más allá de la frontera de la provincia en que se hubiesen generado”.

➤ **Ley Nacional N° 25.612 – Gestión de residuos industriales y de actividades de servicio**

Establece los “presupuestos mínimos de protección ambiental sobre la gestión integral de residuos de origen industrial y de actividades de servicio, que sean generados en todo el territorio nacional, y sean derivados de procesos industriales o de actividades de servicios”.

➤ **Ley Nacional N° 22.351 – Parques Nacionales, Monumentos Naturales y Reservas Nacionales**

Determina, entre otras cosas, el tipo de administración y las actividades prohibidas de realizar.

➤ **Ley Nacional N° 20.466 – Decreto N° 4.830 – Producción de fertilizantes**

➤ **Resolución MAyDS N° 522 – Estrategia nacional de manejo sustentable de residuos especiales de generación universal**

➤ **Resolución SENASA N° 264 – Reglamento para el registro de fertilizantes, enmiendas, sustratos, acondicionadores, protectores y materias primas**

Determina que no se acepta la inscripción de compost elaborados en base a residuos urbanos.

3.2. Normativa provincial

➤ **Ley N° 2.648 de la provincia de Neuquén – Gestión integral de RSU**

Establece un “conjunto de principios y obligaciones básicas para la gestión integral de los residuos sólidos urbanos que se generen en el ámbito territorial de la Provincia del Neuquén, de conformidad con las disposiciones establecidas en la Ley nacional 25.916”.

Denomina residuos sólidos urbanos a “las sustancias sólidas o semisólidas generadas por las actividades humanas comprendidas en la urbanización territorial, que debido a los procesos de consumo son desechadas y/o abandonadas. Quedan comprendidos aquellos cuyo origen sea doméstico, comercial, institucional, asistencial e industrial no especial asimilable a los residuos domiciliarios, excepto los residuos generados por los centros de salud [...] y los residuos especiales”.

La autoridad de aplicación de la presente ley es el Ministerio de Seguridad, Trabajo y Ambiente.

➤ **Ley N° 1.875 (T.O. con las modificaciones introducidas por ley 2267) de la provincia de Neuquén – Medio ambiente**

- Establece los “principios rectores para la preservación, conservación, defensa y mejoramiento del ambiente”.
- Indica la obligatoriedad de presentar un estudio de impacto ambiental previo a la instalación de “planta de tratamiento, recuperación y disposición temporal o final de residuos sólidos”.

- Establece normas para el manejo de residuos sólidos y/o domiciliarios, de residuos especiales y para el tratamiento de residuos patógenos.
- **Decretos N° 2.263 y 2.656 de la provincia de Neuquén – Reglamentarios de la ley de medio ambiente**
- **Decreto N° 413/06 de la provincia de Neuquén – Actividades y obras en Parques Nacionales**

Establece que “todo proyecto de obra o actividad que se desarrolle dentro de las tierras administradas por la Administración de Parques Nacionales situados en el territorio de la Provincia del Neuquén, que puedan alterar el medio ambiente, deberá contar previo a su ejecución con la Licencia Ambiental” emitida por el Ministerio de Seguridad, Trabajo y Ambiente.
- **Ley N° 899 (y su reglamentación) de la provincia de Neuquén – Código de aguas**

Se establecen los límites permisibles en el vertido a cursos de agua.
- **Resolución N° 128/04 de la provincia de Santa Fe (no aplicable) – Tratamiento y disposición de residuos urbanos**
- **Ley N° 6.215 de la provincia de La Rioja (no aplicable) – Tratamiento y disposición final de residuos**
- **Resolución N° 1.143/02 de la provincia de Buenos Aires (no aplicable) – Disposición de residuos sólidos urbanos en rellenos sanitarios**

3.3. Normativa municipal

- **Ordenanza N° 1.065/15 de la municipalidad de Aluminé – Convenio entre la Cooperativa de Trabajo “Los amigos del pueblo Ltda” y la municipalidad de Aluminé**
- **Ordenanza N° 72/09 de la municipalidad de Villa Pehuenia-Moquehue – Cestos de residuos**

3.4. Normativa de la Corporación Pulmarí

- **Reglamento de arrendamientos, permisos, concesiones y contratos asociativos de la CIP**

4. DISEÑO DEL SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS

A lo largo de esta sección se detalla el Sistema de Gestión Integral de Residuos diseñado para el territorio analizado. Se propone reunir a los distintos actores involucrados, de manera de consensuar las acciones a llevar a cabo y celebrar los acuerdos y convenios que se consideren necesarios. Se sugiere incluir a la municipalidad de Aluminé, municipalidad de Villa Pehuenia-Moquehue, Cooperativa “Los Amigos del Pueblo Ltda”, Corporación Interestadual Pulmarí (CIP), comunidades mapuches, Administración de Parques Nacionales y gobierno de la provincia de Neuquén.

4.1. Gestión de residuos en el municipio de Aluminé

Se presenta el sistema de gestión integral de residuos propuesto para el municipio de Aluminé, organizado en una serie de secciones para los distintos tipos de residuos que se generan y para acciones que complementan la gestión de los mismos.

4.1.1. Residuos Sólidos Domiciliarios

Los RSD serán gestionados por cada generador (etapas de generación, separación en origen y disposición inicial), por el municipio de Aluminé y la cooperativa “Los Amigos del Pueblo Ltda” (etapas de recolección, transporte y tratamiento), y por los municipios de Aluminé y Villa Pehuenia-Moquehue (disposición final).

Quedan excluidos de este tipo de gestión los generadores de residuos especiales y los establecimientos públicos y privados y las personas físicas y jurídicas generadoras de residuos patógenos, de acuerdo a la ley provincial 1.875 con sus normas modificatorias y regulatorias.

4.1.1.1. Generación, Separación en origen y Disposición inicial

Los RSD se clasifican en 3 corrientes de generación: “materiales compostables”, “materiales reciclables” y “basura”.

Cada tipo de RSD será caracterizado con un color para facilitar su identificación y separación:

- **Materiales compostables** (color **NARANJA** o BLANCO): aquellos restos de comida (de todos los tipos, incluso huesos), pequeños residuos de poda y residuos de jardín. Aquí no se incluyen heces humanas ni animales.
- **Materiales reciclables** (color **VERDE**): aquellos materiales que puedan ser reciclados en la industria para fabricar nuevos productos o que podrían ser reutilizados para cumplir una función igual o diferente a la que tenían originalmente. Aquí se incluyen plásticos, vidrio, papel, cartón, metales, telas, tetra-briks, bolsas y envases.
- **Basura** (color **GRIS** o NEGRO): todos aquellos RSD que queden fuera de las categorías de “materiales compostables” y “materiales reciclables”, aquellos utilizados para la higiene y materiales que no puedan ser limpiados del producto que contenían o con el que estuvieron en contacto.

Los siguientes residuos **NO** se considerarán RSD, sino RSUnD, y tendrán un tipo de gestión diferenciado, que se enuncia posteriormente en el presente proyecto:

- Residuos grandes de poda (troncos y ramas de árboles).
- Residuos áridos (de construcción/demolición).
- RAEEs: todo tipo de electrodomésticos (lavarropas, secarropas, heladera, pava eléctrica, cafetera eléctrica, procesadora, licuadora, etc.), televisores, monitores, computadoras, teléfonos celulares y fijos, controles remotos, cables y fuentes de alimentación, calculadoras, y otros.
- Voluminosos (mobiliario y artefactos no eléctricos): cocinas, hornos, muebles, camas, mesas, sillas, macetas, madera con o sin pintura o tratamiento, etc. (tanto en buenas como en malas condiciones).
- AVU: aceite vegetal usado, generado como residuo de tareas de cocina en viviendas y comercios.
- NFU: neumáticos fuera de uso que quedan como residuo en talleres, comercios o viviendas.
- Artefactos de iluminación: lámparas y tubos.
- Pilas y baterías.

4.1.1.1.1. Generación

Se calcularon las poblaciones estimativas para los años 2018 a 2038 para el ejido municipal de Aluminé (ver Anexo - página 241). Se utilizó como población inicial 8.000 habitantes en 2016, dato brindado por la municipalidad en base a un censo que ella realizó

dicho año (durante estas encuestas muchas personas expresaron al municipio que en el censo del año 2010 del INDEC sus viviendas no habían sido censadas). Se obtuvieron las proyecciones de población indicadas en la Figura 4.1:

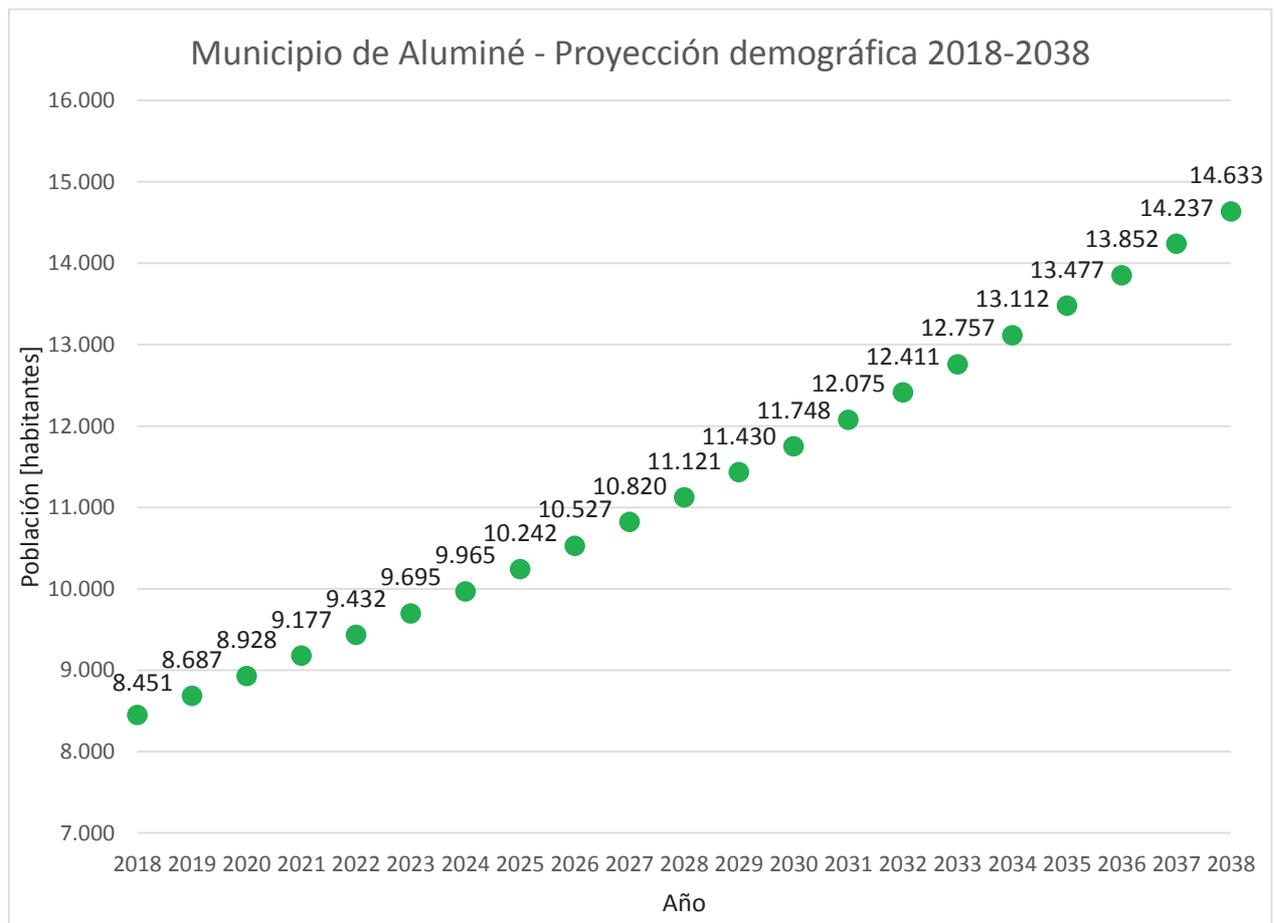


Figura 4.1: Proyección demográfica para el ejido municipal de Aluminé para los años 2018-2038, mediante la aplicación del método exponencial. Fuente: Producción propia.

También se estimó la actividad turística en los distintos meses hasta el año 2038 (ver Anexo – página 243). Para ello se tomaron los datos de los años 2010 a 2016 de factores de ocupación de plazas turísticas en cada mes y las variaciones interanuales de plazas turísticas ofrecidas (Subsecretaría de Turismo de la provincia de Neuquén, 2014 y 2016), y la cantidad de plazas ofrecidas en Aluminé y zonas aledañas (información brindada por la municipalidad de Aluminé). De esta manera se calcularon los promedios de pernóctes diarios en cada mes de los años 2018 a 2038 (Tabla 4.1):

Tabla 4.1: Estimación de promedios de pernóctes diarios en cada mes para los años 2018-2038 en Aluminé y zonas aledañas. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la Subsecretaría de Turismo de la provincia de Neuquén e información brindada por la municipalidad de Aluminé.

Promedio de pernóctes diarios	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Enero	565	598	633	671	710	752	796	843	893	946	1002
Febrero	357	378	400	423	448	475	503	533	564	597	633
Marzo	206	218	231	244	259	274	290	307	325	345	365
Abril	157	166	176	186	197	209	221	234	248	263	278
Mayo	77	81	86	91	96	102	108	114	121	128	136
Junio	54	57	60	64	68	72	76	80	85	90	95
Julio	168	177	188	199	211	223	236	250	265	281	297
Agosto	68	72	76	81	85	90	96	101	107	114	120
Septiembre	66	70	74	79	83	88	93	99	105	111	117
Octubre	144	152	161	171	181	191	203	215	227	241	255
Noviembre	166	176	187	198	209	222	235	249	263	279	295
Diciembre	169	179	189	201	212	225	238	252	267	283	300
Promedio de pernóctes diarios	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	
Enero	1061	1123	1190	1260	1334	1413	1496	1585	1678	1777	
Febrero	670	709	751	796	842	892	945	1001	1060	1122	
Marzo	387	409	433	459	486	515	545	577	611	647	
Abril	295	312	330	350	371	393	416	440	466	494	
Mayo	144	152	161	171	181	192	203	215	227	241	
Junio	101	107	113	120	127	135	142	151	160	169	
Julio	315	333	353	374	396	419	444	470	498	527	
Agosto	127	135	143	151	160	170	180	190	202	214	
Septiembre	124	132	139	148	156	165	175	186	197	208	
Octubre	270	286	303	320	339	359	381	403	427	452	
Noviembre	313	331	351	371	393	416	441	467	495	524	
Diciembre	317	336	356	377	399	423	448	474	502	532	

Cada pernócte se decidió considerarlo equivalente a un habitante, en lo que respecta a la generación de RSD; es decir, la generación per cápita (y composición) de RSD de un turista que pernócta en un establecimiento turístico se considera igual a la de un habitante, y la generación de RSU de los turistas se aproxima igual a la de RSD, despreciando su generación

de RSU que no sean RSD (se considera que la generación de RSU no incluidos en RSD - “RSUnD”- debido a la actividad turística es despreciable).

En lo que respecta a la cantidad de residuos que genera cada habitante (Generación per Cápita –GPC-), al no haber datos municipales, se consideraron valores indicados en distintos informes:

- Informe de la evaluación regional del manejo de residuos sólidos urbanos en América Latina y el Caribe 2010 – Generación per cápita de RSD y RSU en localidades de menos de 15.000 habitantes en Argentina:
 - RSD: 0,66 kg/hab/día
 - RSU: 0,92 kg/hab/día
- Datos estadísticos de Neuquén (2012), Observatorio Nacional para la Gestión de Residuos Sólidos Urbanos – Generación per cápita de RSD en el departamento de Aluminé:
 - RSD: 0,632 kg/hab/día
- Estrategia nacional para la gestión integral de residuos sólidos urbanos (2005) – Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable – Generación per cápita de RSU:
 - RSU (en municipios de menos de 10.000 habitantes): 0,78 kg/hab/día
 - RSU (en la región patagónica): 0,88 kg/hab/día

Se decidió promediar estos valores para obtener la **generación per cápita de residuos a considerar para el sistema de gestión:**

- ❖ **RSD: 0,65 kg/hab/día**
- ❖ **RSU: 0,86 kg/hab/día (RSU no incluidos en RSD -“RSUnD”-: 0,21 kg/hab/día)**

Por otro lado se consideró la generación de residuos en comercios, establecimientos, talleres, etc. (agrupados todos bajo el nombre de “comercios”), por lo que en primer lugar se identificaron todos aquellos que existen actualmente registrados y habilitados en la municipalidad de Aluminé (Tabla 4.2):

Tabla 4.2: Cantidad de comercios por rubro habilitados en la municipalidad de Aluminé al mes de diciembre de 2017. Fuente: Elaboración propia a partir de información brindada por la Municipalidad de Aluminé.

Comercios varios y edificios públicos	Gastronómicos	Supermercados / almacenes	Centros de salud	Veterinarias	Farmacias
78	15	52	2 centros de salud + 1 centro de belleza + 2 consultorios privados	3	2
Talleres mecánicos	Gomerías	Lubricentros	Estaciones de servicio	Establecimientos Educativos y Turísticos	Otros
2	2	1	1 (YPF)	9 Establecimientos educativos, 59 Establecimientos turísticos	1 lavadero de ropa, 1 lavadero de autos, 1 corralón, 1 vidriería

Resulta imposible proyectar el crecimiento en la cantidad de comercios en los próximos años, ya que no se dispone de información de años anteriores. Por esta razón, se considerará que se mantendrá la misma cantidad de cada tipo y rubro en los próximos años, aunque es un factor a considerar en el futuro frente a cambios que pudieran producirse.

Al no poseer información sobre la generación de residuos en los distintos tipos de comercios, y pudiendo ser tan variables entre ellos, se supondrá un valor único de generación de RSD igual a 5 veces la generación per cápita, y un valor único de generación de RSUnD igual a 2 veces la generación per cápita.

De esta manera, le **generación de residuos estimada por parte de comercios** será la siguiente:

- Número total de comercios: 233
 - Generación RSD por comercio: 3,25 kg/comercio/día
 - Generación RSUnD por comercio: 0,42 kg/comercio/día
 - Generación RSU por comercio: 3,67 kg/comercio/día
- **Generación total RSD de comercios: 757 kg/día**
 - **Generación total RSUnD de comercios: 98 kg/día**
 - **Generación total RSU de comercios: 855 kg/día**

Respecto a la composición de los RSU, no existen estudios de caracterización de los mismos en el municipio de Aluminé, y no se disponía de los recursos necesarios para poder llevar adelante un estudio de esta clase. Por esta razón se decidió tomar la información existente de la composición de RSU de Junín de los Andes (Tabla 4.3), municipio ubicado a menos de 110 km de Aluminé, con una población de 13.086 habitantes (INDEC, 2010) y con actividad turística.

Tabla 4.3: Composición de RSU en Junín de los Andes, expresado en % masa en masa. Fuente: Elaboración propia a partir de De Luca y Giorgi, 2015.

Componente	Proporción
Desechos alimenticios	37,57%
Residuos de poda y jardín	5,80%
Papel y cartón	15,65%
Envases Tetra Brik	1,12%
Plásticos	11,70%
Vidrio	7,90%
Metales	2,17%
Materiales textiles	4,72%
Aerosoles	0,30%
Goma, cuero, corcho	3,66%
Materiales de construcción y demolición	2,47%
Pañales descartables y apósitos	4,70%
Residuos peligrosos y patológicos	0,17%
Madera	0,86%
Otros	1,21%

Esta composición sirvió de guía para suponer las composiciones de RSD y RSUnD, útiles para el diseño del sistema de gestión de residuos.

❖ **Valores de diseño de generación y composición de RSD**

Las **composiciones de RSD y RSUnD de diseño para el municipio de Aluminé** se indican en las Figuras Figura 4.2, Figura 4.4 y Figura 4.3:

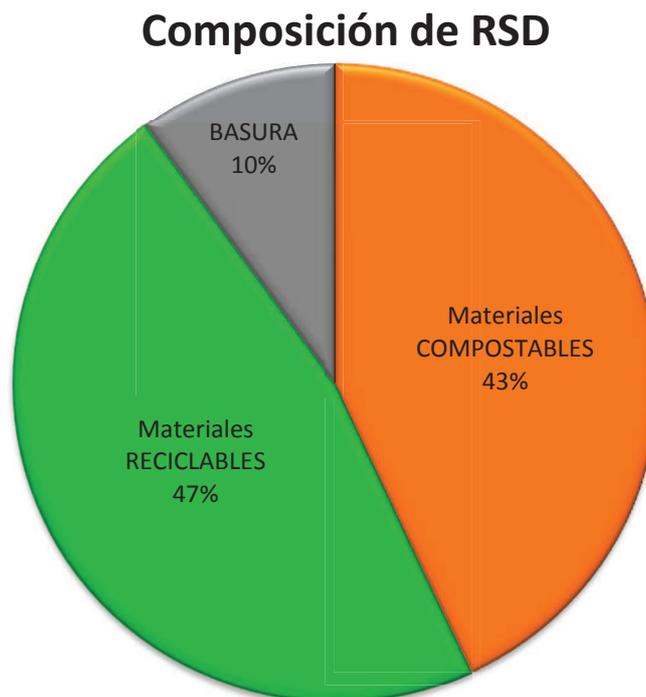


Figura 4.2: Gráfico de la composición de RSD supuesta en el diseño del sistema de gestión integral de residuos. Fuente: Elaboración propia.

Composición de Materiales RECICLABLES

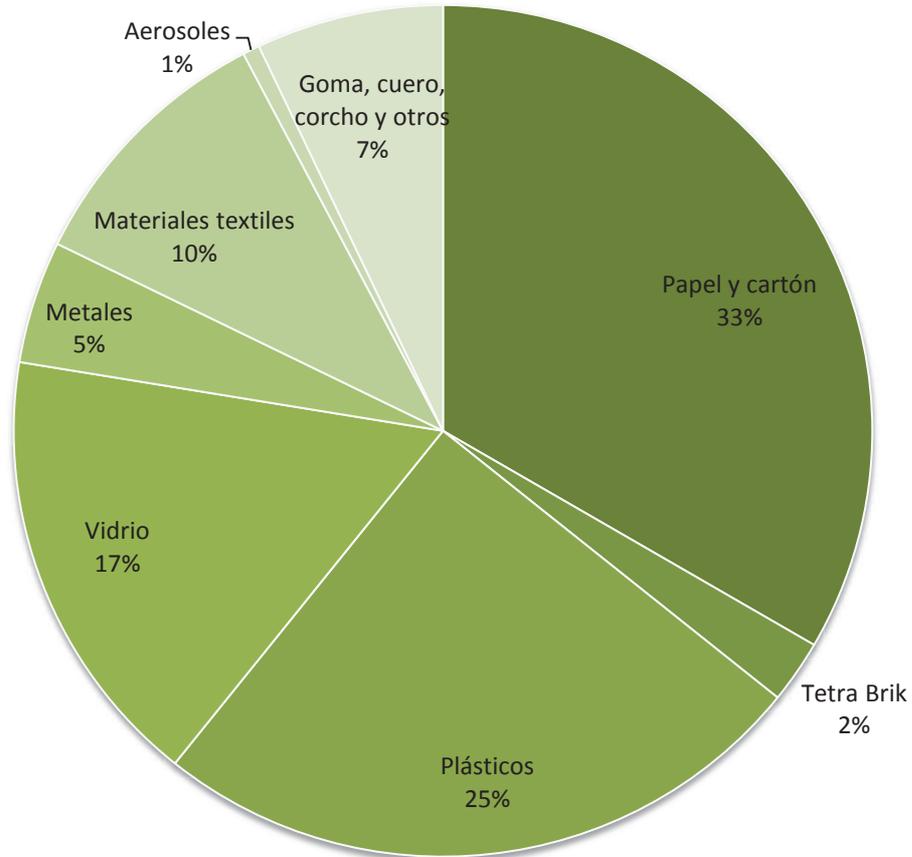


Figura 4.4: Gráfico de la composición de materiales RECICLABLES supuesta en el diseño del sistema de gestión integral de residuos. Fuente: Elaboración propia.

Composición de RSUnD

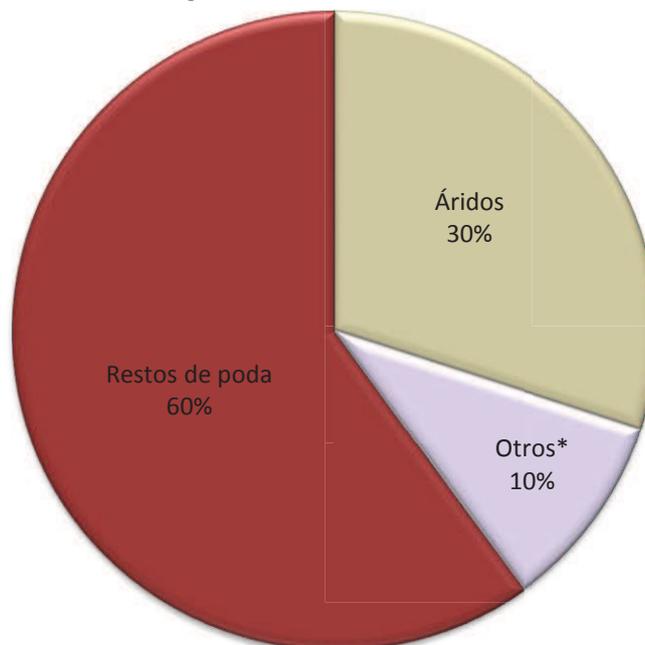


Figura 4.3: Gráfico de la composición de RSUnD supuesta en el diseño del sistema de gestión integral de residuos. Fuente: Elaboración propia.

*Incluye RAEEs, pilas, baterías, lámparas, tubos de iluminación, aceite vegetal, neumáticos, voluminosos y producido de barrido.

En el diseño del sistema de gestión de residuos se consideró un margen de error en la proporción de BASURA supuesta dentro de los RSD: $10\% + 10\% = 20\%$. Esto se realiza para disminuir el riesgo de sub-dimensionar el sistema de recolección, transporte y disposición final de la basura, ya sea por fallar en la proporción supuesta o por una ineficiente separación inicial de RSD. Las proporciones del resto de los residuos se decidió no modificarlas ni considerarlas con margen de error en el diseño, resultando en un aumento del 10% en la generación de RSD por el aumento en la generación de basura. Además se asume que no habrá variaciones significativas en la composición en las distintas épocas del año ni en el transcurso de los años.

Así se calculó la generación per cápita y de comercios de cada tipo de RSU (utilizando la generación estimada y las proporciones supuestas); los valores se indican en la Tabla 4.4 y la Tabla 4.5:

Tabla 4.4: Generación per cápita de residuos empleada en el diseño del sistema de gestión integral. Fuente: Elaboración propia.

Generación per cápita (kg/hab/día)		
RSD	Materiales RECICLABLES	0,31
	Materiales COMPOSTABLES	0,28
	BASURA	0,13
RSUnD	Restos de poda	0,13
	Áridos	0,06
	Otros*	0,02

*Incluye RAEEs, pilas, baterías, lámparas, tubos de iluminación, aceite vegetal, neumáticos, voluminosos y producido de barrido.

Tabla 4.5: Generación total de RSU en comercios de Aluminé empleada en el diseño del sistema de gestión integral. Fuente: Elaboración propia.

Generación total en comercios (kg/día)		
RSD	Materiales RECICLABLES	355,79
	Materiales COMPOSTABLES	325,51
	BASURA	151,4
RSUnD	Restos de poda	58,8
	Áridos	29,4
	Otros*	9,8

*Incluye RAEEs, pilas, baterías, lámparas, tubos de iluminación, aceite vegetal, neumáticos, voluminosos y producido de barrido.

Con la proyección demográfica indicada anteriormente y la generación per cápita y de comercios, se ha proyectado la generación diaria total de cada tipo de RSU, entre habitantes y comercios (Tabla 4.6), sin considerar la generación debida al turismo:

Tabla 4.6: Generación diaria proyectada de RSU en Aluminé, resultante de la suma de aquello producido por los habitantes y por los comercios. Fuente: Elaboración propia.

Año	Generación: habitantes + comercios (kg/día)					
	RSD			RSUnD		
	Materiales RECICLABLES	Materiales COMPOSTABLES	BASURA	Restos de poda	Áridos	Otros*
2018	2.938	2.688	1.250	1.124	562	187
2019	3.010	2.754	1.281	1.153	577	192
2020	3.083	2.821	1.312	1.184	592	197
2021	3.159	2.890	1.344	1.215	608	203
2022	3.237	2.962	1.378	1.247	624	208
2023	3.318	3.035	1.412	1.280	640	213
2024	3.400	3.111	1.447	1.314	657	219
2025	3.485	3.188	1.483	1.349	675	225
2026	3.572	3.268	1.520	1.385	693	231
2027	3.661	3.350	1.558	1.422	711	237
2028	3.753	3.434	1.597	1.460	730	243
2029	3.848	3.520	1.637	1.499	749	250
2030	3.945	3.609	1.679	1.539	770	257
2031	4.045	3.700	1.721	1.580	790	263
2032	4.147	3.794	1.765	1.623	811	270
2033	4.253	3.891	1.810	1.666	833	278
2034	4.362	3.990	1.856	1.711	855	285
2035	4.473	4.092	1.903	1.757	878	293
2036	4.588	4.197	1.952	1.804	902	301
2037	4.705	4.305	2.002	1.853	926	309
2038	4.826	4.415	2.054	1.903	951	317

*Incluye RAEEs, pilas, baterías, lámparas, tubos de iluminación, aceite vegetal, neumáticos, voluminosos y producido de barrido.

A la generación de habitantes y comercios, se debe sumar la generación de los turistas. Esto es complejo debido a la variabilidad de pernóctes, por lo que se confeccionó la Tabla 4.7, donde se indica el rango de aumento de generación de cada clase de RSD debido al turismo (expresado en porcentaje respecto a la generación de habitantes y comercios) en cada mes, entre el 2018 y el 2038. La generación de RSUnD debido al turismo se desprecia.

Tabla 4.7: Aumento aproximado en la generación de cada clase de RSD debido al turismo en Aluminé (expresado en porcentaje respecto a la generación de habitantes y comercios) en cada mes, entre el 2018 y el 2038. Fuente: Elaboración propia.

Mes	Aumento en la generación de RSD, debido al turismo	
	2018	2038
Enero	6%	11%
Febrero	4%	7%
Marzo	2%	4%
Abril	2%	3%
Mayo	1%	2%
Junio	1%	1%
Julio	2%	3%
Agosto	1%	1%
Septiembre	1%	1%
Octubre	1%	3%
Noviembre	2%	3%
Diciembre	2%	3%

❖ **Estrategias de REDUCCIÓN de la generación de RSD**

Se debe intentar reducir el uso de envases y bolsas descartables para el transporte de alimentos (ver la normativa que se recomienda proyectar en la página 193); así se disminuiría principalmente el uso excesivo de éstos y su generación como residuos.

Una fuente importante de generación de residuos son todos los comercios que venden alimentos con fecha de vencimiento escrita: luego de dicha fecha, estos alimentos pasan a ser residuos y normalmente son dispuestos como basura. Se podría generar legislación (ver la normativa que se recomienda proyectar en la página 193) que obligue a todos los almacenes y supermercados a donar los alimentos que se encuentren próximos a vencer a comedores, organismos o entidades que se encarguen de preparar alimentos a personas sin recursos (puntualmente, en Aluminé, existen 3 comedores de escuelas públicas que serían posibles receptores de dichos alimentos, además de los habitantes de la zona vulnerable, que reciben viandas de comida aportadas por la municipalidad). De esta manera se generarían dos resultados positivos: disminuir el derroche de alimentos favoreciendo a personas que los necesitan, y reducir la generación de residuos.

En lo que respecta a generación vinculada al turismo, se proponen ciertos lineamientos para su reducción (Ezeah, Fazakerley y Byrne, 2015):

- Disponer bidones y jarras para la provisión de bebidas, minimizando el uso de botellas plásticas descartables. Eliminar el uso de vasos, cubiertos y vajilla descartable.
- Entregar las toallas y devolver la ropa lavada a los huéspedes en bolsas reutilizables.
- Instruir al personal de limpieza para no reemplazar los rollos de papel higiénico, jabón, etc., sino dejar unidades nuevas en la habitación para que el huésped lo haga cuando lo requiera. Cuando sean reemplazados porque la habitación cambia de huésped, intentar seguir utilizándolos en otros sectores del establecimiento.
- Emplear recipientes y platos para artículos como sal, azúcar, aderezos, etc., en lugar de disponer sobres y envases individuales descartables para cada uno.
- Procurar evitar el desecho de comida; considerar el ofrecimiento de medias porciones en las cartas de comidas.

4.1.1.1.2. Separación en origen

Todos los generadores de RSD, ya sean viviendas, talleres, comercios, alojamientos turísticos, etc., deberán separarlos en las 3 corrientes de generación: “materiales compostables”, “materiales reciclables” y “basura”.

En la Tabla 4.8 se enumeran diversos ejemplos de RSD de cada tipo, se indican algunos ejemplos que podrían dar lugar a confusión y se aclaran aspectos a considerar sobre la disposición inicial de cada uno:

Tabla 4.8: Listado de ejemplos que corresponden y que no corresponden a cada tipo de RSD a clasificar, y algunas aclaraciones sobre la disposición inicial.

<i>Materiales COMPOSTABLES</i>	<i>Materiales RECICLABLES</i>	<i>BASURA</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Restos de comida • Cáscara de fruta • Cáscara de huevo • Restos de huesos • Restos de carne • Restos vegetales • Restos de queso • Comida en descomposición • Pequeños residuos de poda (hojas y pequeñas ramas) • Residuos de jardín (hojas, pasto, plantas, tierra, etc.). • Cabello 	<ul style="list-style-type: none"> • Plásticos: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Botellas ▪ Bidones ▪ Envases de alimentos ▪ Tapas ▪ Telgopor ▪ Bolsas ▪ Sachets ▪ Potes de dulce de leche, queso blanco, etc. ▪ Plástico burbuja • Vidrio • Papel <ul style="list-style-type: none"> ▪ Diarios, revistas, libros ▪ Hojas sueltas • Cartón <ul style="list-style-type: none"> ▪ Cajas ▪ Recortes ▪ Bandejas • Metales: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Latas de conservas ▪ Tapas de aluminio de yogurth, dulce de leche, etc. ▪ Tapas de frascos ▪ Latas de bebidas ▪ Tapas metálicas de botellas de vidrio ▪ Trozos o chapas de hierro, aluminio, bronce, acero, plomo, etc. ▪ Llaves ▪ Cadenas y candados ▪ Cerraduras • Telas <ul style="list-style-type: none"> ▪ Prendas ▪ Recortes ▪ Trapos • Tetra-briks <ul style="list-style-type: none"> ▪ Envases de leche, jugos, conservas, etc. • Envases: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Tachos o baldes de pintura vacíos. ▪ Aerosoles 	<ul style="list-style-type: none"> • Pañales • Apósitos • Toallas femeninas • Tampones • Pañuelos descartables • Papel higiénico • Papel de cocina • Jeringas • Algodón • Vendas • Heces humanas y animales • Chicles • Colillas de cigarrillos • Materiales que no puedan ser limpiados fácilmente: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Envoltorios de golosinas y chocolates ▪ Envoltorios de quesos blandos • Cartuchos de lapiceras • Residuos de limpieza y barrido domiciliario. • Medicamentos vencidos.

Materiales que se pueden confundirse con compostables , pero NO lo son	Materiales que pueden confundirse con reciclables , pero NO lo son	Residuos que son BASURA , pero requieren acondicionamiento previo a su disposición inicial
<ul style="list-style-type: none"> ○ Troncos de árboles y grandes ramas: deben gestionarse con los <i>residuos grandes de poda</i>. ○ Colillas de cigarrillo: deben gestionarse con la BASURA. ○ Madera con metal y/o pintura y/o tratada con productos químicos: existen las siguientes opciones de gestión: <ul style="list-style-type: none"> ○ Disponerla como BASURA, en caso de que su tamaño sea reducido y se pueda embolsar, o como <i>voluminoso</i>. ○ Separar el metal de la madera: gestionar el metal como material RECICLABLE, y la madera como BASURA o como <i>voluminoso</i>. ○ Heces humanas o animales: deben gestionarse con la BASURA. ○ Chicles: deben gestionarse con la BASURA 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Envases de dulce de leche de cartón ○ Envases o films de alimentos que no se puedan limpiar ○ Cartón impregnado de comida o aceite. ○ Cualquier material que contenga aceite mineral o que estuviera impregnado con él. ○ RAEEs, pilas, baterías, lámparas, tubos de iluminación, aceite vegetal, neumáticos, voluminosos (estos residuos se gestionan por separado). 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Tachos o baldes con restos de pintura o productos químicos en mal estado: deben dejarse destapados, en un ambiente abierto y ventilado, hasta que se hayan secado. Luego se puede: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Disponerlos junto con la BASURA. ▪ Vaciar su contenido seco (disponiéndolo junto con la BASURA) y clasificar el tacho o balde como material RECICLABLE. ○ Agujas y materiales cortopunzantes no reciclables: deben colocarse dentro de un envase de cartón o plástico rígido antes de ser dispuestos con la BASURA, para evitar accidentes durante su manipulación.
Consideraciones sobre la disposición inicial de los materiales COMPOSTABLES	Consideraciones sobre la disposición inicial de los materiales RECICLABLES	Consideraciones sobre la disposición inicial de la BASURA
<ul style="list-style-type: none"> ● Deben colocarse en bolsas compostables blancas o naranjas. ● Debe ponerse la menor cantidad posible de líquido libre en la bolsa, para evitar filtraciones indeseadas. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Deben disponerse en bolsas verdes o en algún material reciclable de mayor tamaño que los contenga (ejemplos: caja de cartón, balde, etc.). ● Deben disponerse limpios del producto que contenían, y con la menor humedad posible. ● Aquellos materiales cortopunzantes, ya sean de vidrio o de metal, deben colocarse dentro de un envase de cartón o plástico rígido antes de ser dispuestos en el cesto, para evitar accidentes durante su manipulación. ● Se solicita compactar botellas y latas con el pie. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Debe disponerse en bolsas grises o negras. ● Debe disponerse con la menor cantidad posible de líquido libre en la bolsa, para evitar filtraciones indeseadas.

La separación en origen de esta manera y el uso de bolsas compostables para la disposición inicial de materiales compostables es una práctica que da buenos resultados en varios municipios de Europa, tal como Fumane (Italia), Celrà y Girona (España), cuyas poblaciones son inferiores a 10.000 habitantes (Ricci-Jürgensen, 2017).

Los comercios que posean cestos de residuos a disposición de sus clientes, deberán tenerlos clasificados por tipo de RSD (identificados con sus respectivas indicaciones) y deberán estar siempre agrupados los 3 tipos de cestos, permitiendo que el cliente pueda identificar y clasificar sus residuos.

Los residuos generados en la vía pública, principalmente como resultado del consumo de alimentos, se denominarán también RSD y requerirán la misma separación, previo a ser depositados en cestos públicos (evidentemente no existirá en estos casos la posibilidad de lavar los envases, por lo que aquellos que se encuentren sucios se dispondrán como basura).

El municipio proveerá a cada domicilio de bolsas de cada tipo y color, estimando las cantidades según los días de recolección para cada tipo de RSD; de esta manera no será necesario para los generadores obtener bolsas descartables de otros sitios (en el caso de que un domicilio requiriese más unidades, en el edificio municipal se contará con stock de los 3 tipos de bolsas para su venta). Se entregará mensualmente a cada domicilio una cantidad de bolsas (de cada color) igual a la cantidad de días de recolección de cada tipo de RSD en el mes, más algunas de repuesto:

- Bolsas blancas compostables (para los materiales COMPOSTABLES): 12 unidades de bolsas tipo camiseta de 40 x 50 cm, de material biodegradable y compostable.
- Bolsas verdes (para los materiales RECICLABLES): 6 unidades de bolsas de polietileno descartables tipo camiseta de 40 x 50 cm.
- Bolsas negras (para la BASURA): 12 unidades de bolsas de polietileno descartables tipo camiseta de 40 x 50 cm.

El municipio también dispondrá de bolsas de los 3 tipos de distintos tamaños, para satisfacer las necesidades de distintos generadores, como por ejemplo: bolsas pequeñas para los establecimientos de alojamiento turístico, para que los turistas puedan también realizar la separación en origen de los RSD.

Se motivará a la población a realizar una correcta separación de sus residuos y a reutilizar aquellos materiales o envases que puedan aprovecharse con una nueva función. A continuación se enumeran algunos ejemplos de reutilización:

- ✓ Envase de dulce de leche de cartón: debido al tratamiento que tiene su lado interno y a la dificultad de limpiarlo, no puede reciclarse como cartón, por lo que en lugar de disponerse como basura, puede ser reutilizado como maceta.
- ✓ Pote plástico: puede disponerse como material reciclable, pero también puede ser reutilizado como maceta o como recipiente para contener o guardar elementos.
- ✓ Lata de aluminio: puede disponerse como material reciclable, pero también puede ser reutilizado como adorno o para realizar artesanías.
- ✓ Balde de pintura: puede disponerse como material reciclable, pero también puede ser reutilizado como balde o como maceta.

4.1.1.1.3. Disposición inicial

La disposición inicial de RSD estará a cargo de cada domicilio que los genere. Habiendo realizado previamente la separación en origen de los mismos, las bolsas de RSD serán dispuestas en el cesto domiciliario propio ubicado en la vereda (no podrán disponerse en el suelo ni ser colgadas de postes, rejas o paredes; sólo se permitirá la disposición en el suelo, al lado del cesto, de Materiales RECICLABLES colocados dentro de una caja o recipiente, cuando su tamaño no permita colocarlo en el cesto). Solamente podrán disponerse en el cesto las bolsas correspondientes al tipo de RSD que se recolecte cada día, y deberá hacerse previo al inicio del horario de recolección. Además, en caso de posibles condiciones meteorológicas desfavorables (lluvias intensas, vientos fuertes, nieve, granizo o tormenta), se solicitará a la población evitar la disposición inicial en los cestos para disminuir el riesgo de diseminación de residuos (se emitirán comunicados en las radios locales, en la página web y en las redes sociales). Con estas consideraciones se evitará la permanencia prolongada de los RSD en la intemperie y se minimizará la diseminación de los mismos.

Los costos de la compra/fabricación y colocación de los cestos domiciliarios correrán por cuenta de cada domicilio, excepto en las siguientes situaciones:

- Retiro gratuito de kits auto-armables fabricados en la planta de clasificación.
- Los vehículos de recolección de RSD están imposibilitados de pasar por el frente de ciertos domicilios (debido a las características de las calles); para estos casos, el municipio se encargará de la instalación de cestos comunitarios (con las mismas características que los domiciliarios) en los sitios más cercanos posibles a dichos domicilios, sobre la ruta de recolección.
- El municipio afrontará los gastos de construir e instalar cestos comunitarios en la zona vulnerable para aquellos domicilios que no posean cestos domiciliarios.

Respecto a los RSD generados en la vía pública, deberán ser depositados en los cestos públicos correspondientes a cada tipo, y los RSD de domicilios localizados en zonas sin servicio de recolección podrán ser dispuestos en los contenedores públicos.

A continuación se indican las características que deben poseer los cestos domiciliarios y los cestos y contenedores públicos:

❖ **Cestos domiciliarios**

- Deben estar contruidos íntegramente en madera, pudiendo utilizarse herrajes metálicos y/o plásticos, o de placas fabricadas a partir de material reciclado. Se entregarán kits auto-armables compuestos por estas placas, que se fabricarían en la planta de clasificación (ver página 169); aquellos domicilios que instalen estos cestos, tendrán descuentos en el impuesto municipal durante los 3 meses siguientes a dicha adquisición. Los mismos podrán ser retirados en la planta de clasificación o en el edificio municipal.
- La base del recipiente donde se colocan los RSD debe quedar al menos a 60 centímetros de altura sobre el suelo, y el límite superior de sus paredes no debe quedar a más de 1,25 metros de altura sobre el suelo. Esto es para que resulte cómodo su uso tanto al generador como al personal recolector, y para evitar que animales sueltos puedan acceder a los RSD.
- El recipiente debe poseer una o más tapas superiores, las cuales deben tener ciertas características:
 - Cubrir completamente la parte superior del recipiente.
 - Bisagra/s para unirla al cesto.
 - Una o más cadenas o sogas que impidan que la tapa quede abierta por sí sola.
 - Manija que permita levantarla. Aclaración: la tapa debe quedar siempre cerrada mientras no se esté colocando o sacando RSD del cesto.
 - Deberá haber la mínima separación posible entre las maderas que conformen la tapa, para minimizar la filtración de precipitaciones al interior del cesto.
 - Se recomienda que la tapa tenga una mínima pendiente, para favorecer el escurrimiento de precipitaciones hacia el suelo.
- Las tablas que conforman el recipiente (tanto las paredes como la base) deben tener una separación entre sí de entre 1 y 5 centímetros, para permitir la ventilación del mismo y evitar la acumulación de líquidos en su interior.

❖ **Cestos y contenedores públicos**

Se confeccionará un sistema de cestos públicos para la disposición inicial de RSD generados en la vía pública, y un sistema de contenedores de uso público ubicados en lugares estratégicos para que aquellas personas que no posean servicio de recolección de RSD en sus domicilios puedan acercarlos hasta allí.



Figura 4.5: Imagen satelital con la ubicación proyectada de los 17 puestos de residuos (globos azules) en Aluminé. Fuente: Elaboración propia mediante el uso de Google My Maps.

En la Figura 4.5 se indica la ubicación de cada “puesto de residuos” (es el nombre que se le brinda a cada punto donde se ubicará un grupo de 3 **cestos públicos**, uno para cada tipo de RSD). Se ubicaron de forma estratégica, en base a las características de los lugares, la cercanía de comercios, establecimientos y áreas recreativas, y al tránsito de personas observado durante la visita realizada.

Los 3 cestos, en cada puesto de residuos, se encontrarán colocados en fila, con diferentes alturas superiores: a la izquierda se encontrará el cesto de materiales compostables con mínima altura, en el centro el de basura con mayor altura, y a la derecha el de materiales reciclables con altura intermedia. Los cestos serán construidos con las placas fabricadas a partir de material reciclado en la planta de clasificación.

Cada cesto será del color correspondiente al tipo de RSD (naranja/gris/verde), deberá tener colocado su tipo de bolsa adecuado en su interior, poseerá un cartel identificador en un panel posterior e indicaciones que lo identifiquen, distribuidas en todo su exterior.

Cada cesto poseerá una tapa superior con bisagra, que podrá levantarse mediante una manija o mediante un sistema que puede accionarse con el pie, evitando el contacto de las manos con el cesto. Cada tapa poseerá un cartel basculante que colaborará con la identificación del cesto aun cuando la tapa esté levantada, y un tope que evite que quede abierta por sí sola.

Todas estas consideraciones servirán para llamar la atención a la persona que vaya a desechar su residuo y que deba leer primero las indicaciones para colocar correctamente sus residuos en cada cesto.

El empleo de las placas fabricadas a partir de materiales recuperados tiene, como principales objetivos, el uso de mano de obra local y la demostración a los vecinos de una parte de las aplicaciones del reciclaje como beneficio para la comunidad.

Respecto a los **contenedores públicos**, éstos se ubicarán en los accesos sur y oeste de la localidad de Aluminé, en la puerta de la planta de clasificación, delante de la oficina de Medio Ambiente de la municipalidad (frente a la plaza principal) y en la zona vulnerable. En cada punto (que se denominará “estación de residuos”) se ubicarán 2 contenedores: uno para materiales reciclables, y otro para basura y materiales compostables (estas dos clases de RSD se dispondrán juntas, debido a la complejidad del empleo de bolsas compostables para aquellas personas ubicadas en zonas sin recolección). La localización que se proyecta para los mismos se indica en la Figura 4.6:

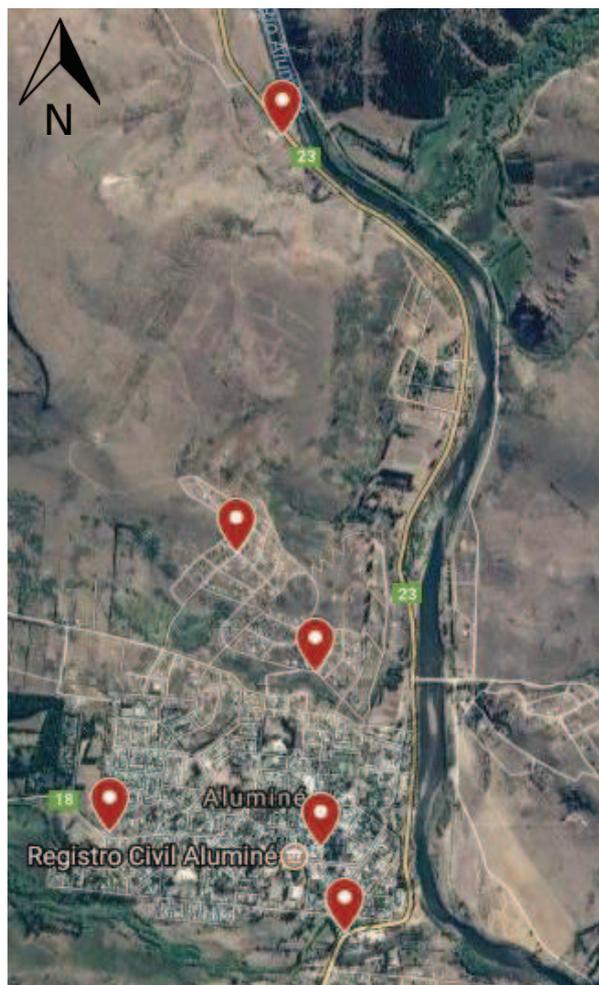


Figura 4.6: Imagen satelital con la ubicación proyectada de las 6 estaciones de residuos (globos marrones) en Aluminé. Fuente: Elaboración propia mediante el uso de Google My Maps.

Los contenedores públicos tendrán una tapa superior que podrá ser levantada mediante una manija, y se recomienda que también posean un sistema levadizo que se pueda accionar con el pie; se recomienda adquirir contenedores de residuos de 1 m³ de capacidad o más (en la Figura 4.7 se muestra un ejemplo). Será obligatorio que los RSD sean embolsados previamente a ser dispuestos dentro de los contenedores, ya que éstos no poseerán bolsas (excepto para el caso de materiales reciclables, que podrán colocarse en cajas u otros recipientes).

Los contenedores tendrán anclajes para ser levantados y poder volcar su contenido en el camión recolector (se recomienda la adquisición de contenedores diseñados para esta maniobra, de manera de asegurar una adecuada estructura y resistencia). Los RSD colocados en los contenedores para basura/materiales compostables serán recolectados y gestionados como basura. Se recomienda una frecuencia de lavado manual de una vez al mes para los contenedores, de manera de mantener la higiene.

Cada contenedor poseerá sus carteles identificatorios e indicativos respectivos, buscando evitar el error por parte de quienes dispongan sus RSD allí. También se resaltaré la obligatoriedad de disponerlos embolsados.



Figura 4.7: Ejemplo de contenedor público a instalar. Es de acero, tiene una capacidad de 1.100 litros y un sistema accionable con el pie para levantar la tapa. Fuente: Econovo-Oscar Scorza Equipos y Servicios S.R.L.

4.1.1.2. Recolección y Transporte

La recolección será diferenciada, y de tipo manual (excepto para los contenedores públicos, cuyo contenido será recolectado mediante el sistema de levantamiento del camión). Se establecerán días de la semana para la recolección de los distintos tipos de RSD:

- Lunes: BASURA.
- Martes: Materiales COMPOSTABLES.
- Miércoles: Materiales RECICLABLES.
- Jueves: BASURA.
- Viernes: Materiales COMPOSTABLES.
- Sábado: este día queda disponible para requerimientos especiales (por ejemplo: imposibilidad de recolección en días previos por condiciones meteorológicas adversas, generación extraordinaria de residuos dada por una festividad local, etc.).

La recolección de RSD de lunes a viernes se realizará en el rango horario de 5 hs a 12 hs. Los días sábado no tendrá un horario preestablecido, dado que dependerá de los

requerimientos en cada momento. ***La disposición inicial de cada tipo de RSD deberá hacerse entre las 18 hs del día previo y las 5 hs del día de recolección correspondiente.***

Consideración de importancia: en caso de nevadas fuertes o malas condiciones meteorológicas, el servicio de recolección deberá suspenderse, pudiendo retomarse en cuanto se normalicen las condiciones: se podrá retrasar el horario de recolección, postergándose para el horario de la tarde, pero no se cambiará de día; es decir, se mantendrán los días acordados para la recolección de cada tipo de RSD. En épocas frías, si las condiciones meteorológicas desfavorables se continuaran durante un tiempo prolongado, el municipio podrá determinar la recolección 3 días a la semana (1 para cada tipo de RSD) durante el tiempo que considere necesario, lo cual deberá comunicarse adecuada y tempranamente en los medios locales, redes sociales y página web.

Cada camión deberá contar con 3 trabajadores: un chofer y dos cargadores. La recolección será con la modalidad “puerta a puerta” y se recolectará a ambos lados de las calles (“recolección peine”), requiriéndose que el camión pase sólo una vez por cada cuadra; excepto en las cuadras de las avenidas donde existe un boulevard en medio de ambas manos de circulación: allí se recolectará sólo de un lado de la calle (“recolección doble peine”), requiriéndose pasar 2 veces. Los cargadores recolectarán y cargarán manualmente en el camión:

- Los RSD embolsados que se encuentren en cestos domiciliarios y comunitarios, debiendo sólo recolectarse el tipo de bolsa correspondiente al RSD que se recolecta dicho día.
- Los RSD reciclables que se encuentren en cajas u otros recipientes, pudiendo estar éstos dentro de los cestos domiciliarios o a su lado.

Además los cargadores deberán enganchar los contenedores públicos al sistema levadizo del camión recolector de basura, para que el chofer pueda accionarlo y volcar su contenido en la tolva.

Una persona se encargará de la extracción de las bolsas con RSD de los cestos públicos y de la colocación de bolsas nuevas. Luego dispondrá las bolsas con RSD en cestos similares a los comunitarios que se ubicarán en sitios cercanos a los puestos de residuos, y a los que se colocará un cartel indicando que su uso es exclusivo del personal municipal (estos cestos serán utilizados también para la disposición de las bolsas con el producido de barrido). Esta tarea se realizará los mismos días de recolección para cada tipo de RSD, antes del paso del camión recolector.

Se utilizarán camiones compactadores de carga trasera (conocidos como “camiones cola de pato”) para la recolección de los 3 tipos de RSD: se recomienda que se empleen unidades distintas para la recolección de basura y para la de materiales compostables y reciclables, para no contaminarlos. En la Figura 4.8 se muestra un ejemplo de este tipo de camión.



Figura 4.8: Ejemplo de camión compactador de carga trasera (“cola de pato”) de 2 ejes. Fuente: Econovo-Oscar Scorza Equipos y Servicios S.R.L.

Se estimó la cantidad de cada tipo de RSD que se recolectará cada día, sumando la generación de habitantes y comercios: para los materiales reciclables, que se recolectan 1 vez por semana (“frecuencia 1”), se multiplicó por 7 la generación diaria, y para los materiales compostables y la basura, que se recolectan 2 veces por semana (“frecuencia 2”), la generación diaria se multiplicó por 3,5. En los camiones compactadores se considera que los residuos pueden alcanzar una densidad de 700 kg/m^3 (según las fichas técnicas de los sistemas de compactación Scorza). En la Figura 4.9 se presentan las cantidades de RSD estimadas a recolectar por día (en base a los valores que se presentan en la memoria de cálculo – página 246).

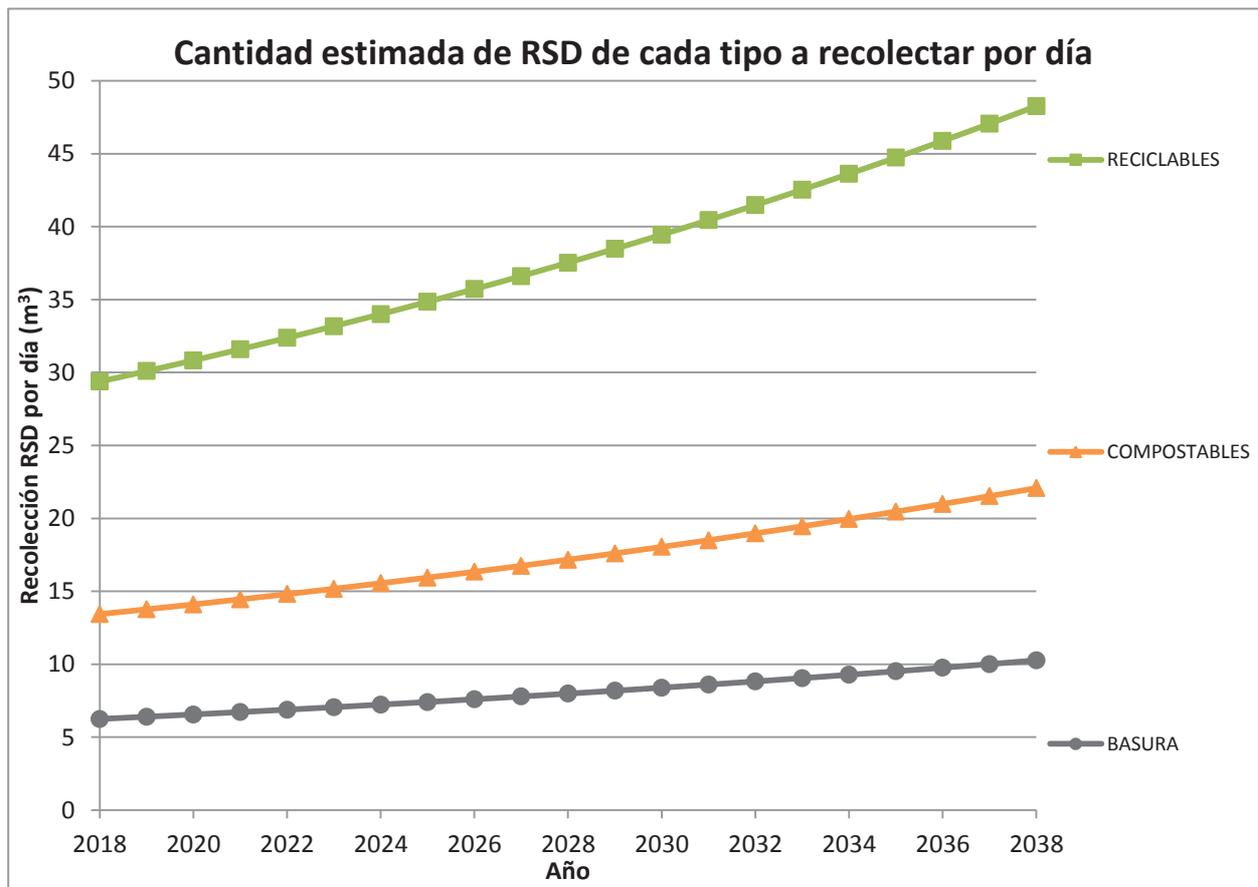


Figura 4.9: Cantidad estimada de RSD de cada tipo a recolectar por día correspondiente en Aluminé, considerando la generación de habitantes y comercios, una frecuencia semanal de recolección de 1 día para materiales reciclables, 2 para materiales compostables y 2 para basura, y una densidad de 700 kg/m^3 para los RSD en los camiones compactadores. Fuente: Elaboración propia.

Los volúmenes de recolección de materiales compostables y de basura podrán ingresar en su totalidad en la caja de un camión compactador, por lo que 1 sólo viaje será suficiente (aproximadamente hasta el año 2021), aunque en temporada turística alta (enero/febrero) podrá ser necesario realizar 2 viajes (esto es imposible de predecir con exactitud, por lo que deberá ser decidido por el chofer durante el recorrido de recolección, según la carga). Los volúmenes de recolección de materiales reciclables exigirán la realización de 2 viajes de un camión compactador para completar la recolección (hasta el año 2021 estimativamente).

Se recomienda tener 2 camiones compactadores de carga trasera de 2 ejes, como el ejemplo de la Figura 4.8 (no son recomendables los camiones de 3 ejes porque, a pesar de que pueden soportar mayor carga, son más difíciles de maniobrar y más susceptibles de sufrir desperfectos mecánicos en terrenos no pavimentados y con pendientes pronunciadas y cambiantes). Sus depósitos de carga serán de, al menos, 16 m^3 cada uno; esto permitiría emplear uno exclusivamente para la recolección de basura, y el otro para la recolección de materiales compostables y reciclables, debiéndose lavar o enjuagar el interior del depósito antes y después de la recolección de estos últimos. Así se evitará la contaminación de los

distintos tipos de RSD entre sí y permitirá disponer de un camión de reemplazo en caso de tener problemas de funcionamiento en alguno de ellos, asegurando la continuidad en el servicio de recolección (en dicho caso, deberá lavarse el depósito luego de cada recolección). El municipio cuenta actualmente con 1 camión con equipo compactador de carga trasera de 16 m³ de capacidad, por lo que, si éste se encuentra en buenas condiciones de funcionamiento, se recomienda sólo incorporar un camión recolector adicional.

❖ Itinerarios de recolección

La recolección comenzará a las 5 am, y será con la modalidad “a terminar”, es decir que, aunque el horario estimativo de finalización son las 12 hs, siempre deberá completarse la ruta de recolección, pudiendo finalizar antes o después de dicho horario. Tanto el chofer como los cargadores, antes de comenzar la recolección y al finalizar su turno, deben firmar la planilla de registro del personal en la base operativa del municipio (corralón municipal), ubicada en Cristian Joubert al 800 (en la intersección con Sto. Levicurá), Aluminé. Los camiones recolectores siempre serán guardados en este lugar, donde también serán lavados cuando corresponda. Los residuos sólidos extraídos durante su lavado serán gestionados según el tipo de RSD al que correspondan, y el efluente líquido será volcado a la red cloacal.

Habrán 3 puntos distintos de descarga de RSD, de acuerdo con cada tipo:

- Los **materiales reciclables** serán descargados en la **planta de clasificación** (ver página 169). Ésta se encuentra dentro del ejido municipal, al norte de la localidad de Aluminé.
- Los **materiales compostables** serán descargados en la **planta de compost y restos de poda** (ver página 79). Ésta se encontrará dentro del ejido municipal, al noroeste de la localidad de Aluminé.
- La **basura** será descargada en el **relleno sanitario intermunicipal** (ver página 178). Éste se encontrará por fuera del ejido municipal, al norte del mismo.

Se determinaron diferentes zonas de recolección para facilitar el diseño de la ruta de recolección de cada día:

- Zona Norte
- Zona Vulnerable
- Zona Oeste
- Zona Sur
- Zona Este
- Zona Centro – Alta
- Zona Centro – Baja

En la Figura 4.10 se indican con distinto color las sub-rutas de recolección correspondientes a cada zona (que se determinaron buscando minimizar el consumo de combustible por parte de los camiones), y se incluye la ubicación de la base operativa, de los cestos y contenedores públicos y de los cestos comunitarios:

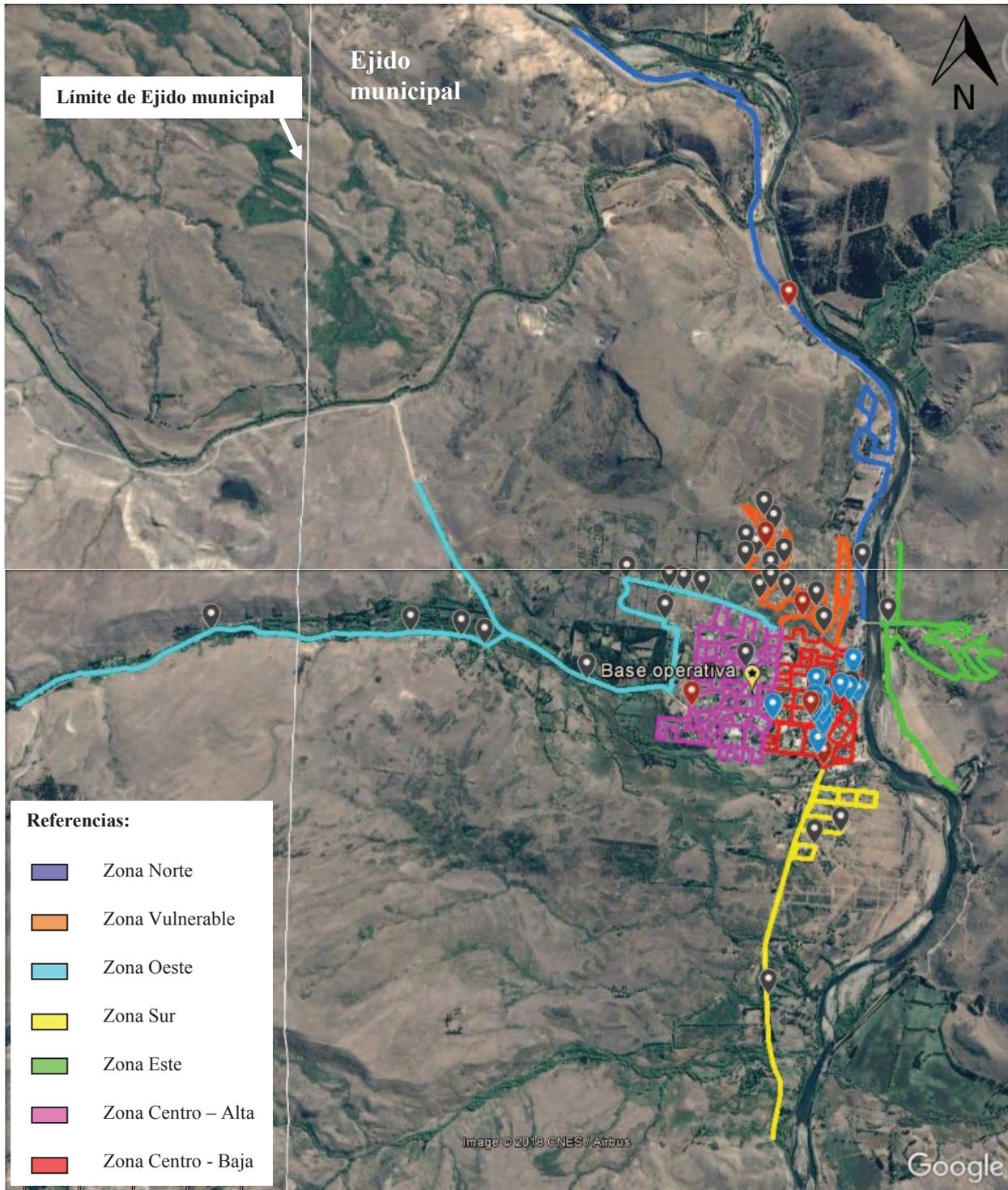


Figura 4.10: Imagen satelital con los esquemas de las sub-rutas de recolección de RSD de Aluminé correspondientes a cada zona. También se indica la ubicación de la base operativa (globo amarillo), cestos públicos (globos azules), contenedores públicos (globos marrones) y cestos comunitarios (globos grises). Fuente: Elaboración propia mediante el uso de Google My Maps, BaseCamp y Google Earth.

En la Figura 4.11 se muestran más detalladamente las sub-rutas de recolección en las zonas con mayor densidad poblacional:

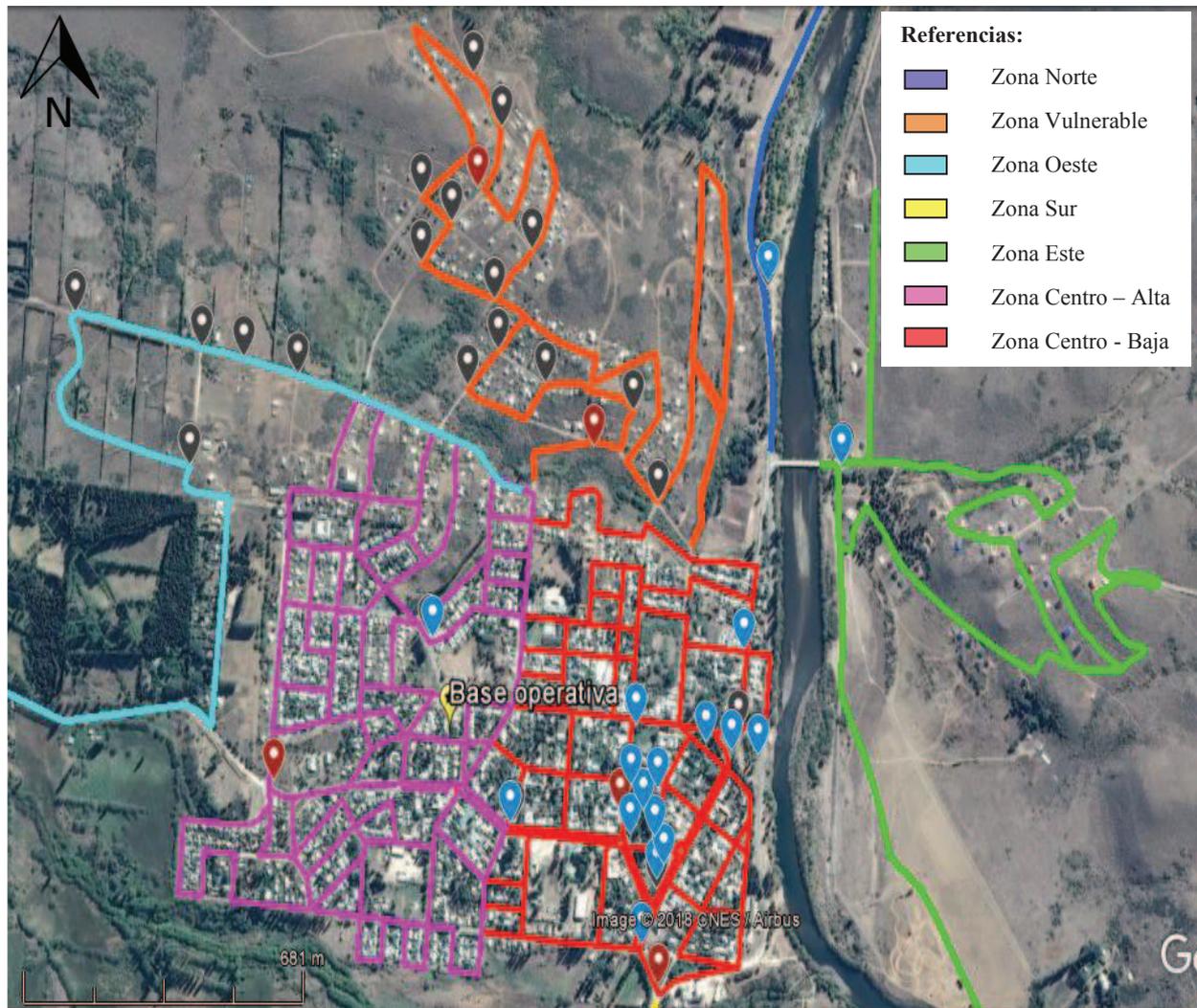


Figura 4.11: Ampliación de la imagen satelital con los esquemas de las sub-rutas de recolección de RSD de Aluminé (Figura 4.10), en el sector de mayor densidad poblacional. Se indica la ubicación de la base operativa (globo amarillo), cestos públicos (globos azules), contenedores públicos (globos marrones) y cestos comunitarios (globos grises). Fuente: Elaboración propia mediante el uso de Google My Maps, BaseCamp y Google Earth.

Como se puede observar, se decidió que el camión recolector no recorra algunas cuadras, evitando extender en demasía la ruta: en dichos lugares, el camión deberá esperar en las esquinas, permitiendo que los cargadores recolecten los RSD de media cuadra hacia cada lado. En la Zona Vulnerable, la ruta de recolección se trazó sobre las calles más amplias, con menos pendiente y con mayor cantidad de viviendas; como se colocarán cestos comunitarios en puntos estratégicos de la ruta, permitirá que el servicio llegue a toda la población de éste área y se minimizará la acumulación de residuos y la formación de puntos de arrojó.

Todas las sub-rutas están totalmente dentro del ejido municipal, excepto la correspondiente a la zona oeste, que posee un tramo de alrededor de 2 kilómetros por fuera del ejido. Esto permitirá brindar el servicio a algunos grupos de viviendas y una escuela primaria que se encuentran en dicho trayecto, mediante un alargamiento sencillo y acotado del recorrido a realizar, evitando potenciales problemas asociados a la falta de recolección.

Se midieron las distancias lineales de las sub-rutas a recorrer:

- Zona Norte: 12,5 km (ida y vuelta al centro)
- Zona Vulnerable: 6,4 km
- Zona Oeste: 14,5 km (ida y vuelta al centro)
- Zona Sur: 8,3 km (ida y vuelta al centro)
- Zona Este: 7,2 km (ida y vuelta al centro)
- Zona Centro – Alta: 15,3 km
- Zona Centro – Baja: 14,9 km

Para programar las rutas de recolección se tuvo en cuenta la densidad poblacional (mucho mayor en la zona centro que en las zonas restantes (INDEC, 2010)), la longitud y la ubicación geográfica de las sub-rutas, la topografía (creciente en sentido este-oeste) y los puntos de descarga de los RSD.

➤ ***Ruta de recolección de materiales compostables***

Se seguirá la siguiente secuencia:

- a) Zona Oeste
- b) Zona Vulnerable
- c) Zona Norte
- d) Zona Centro – Baja
- e) Recambio de operarios cargadores (y descarga en planta de compost y restos de poda, si fuera necesario)
- f) Zona Este
- g) Zona Sur

- h) Zona Centro – Alta
- i) Descarga en planta de compost y restos de poda

Total estimado desde la salida hasta la vuelta a la base operativa: 86 km

➤ **Ruta de recolección de materiales reciclables**

Se seguirá la siguiente secuencia:

- a) Zona Sur
- b) Zona Centro – Baja
- c) Zona Este
- d) Zona Norte
- e) Descarga en planta de clasificación
- f) Recambio de operarios cargadores
- g) Zona vulnerable
- h) Zona Oeste
- i) Zona Centro – Alta
- j) Descarga en planta de clasificación

Total estimado desde la salida hasta la vuelta a la base operativa: 88 km

➤ **Ruta de recolección de basura**

Se seguirá la siguiente secuencia:

- a) Zona vulnerable
- b) Zona Oeste
- c) Zona Centro – Alta
- d) Zona Sur
- e) Recambio de operarios cargadores
- f) Zona Centro – Baja
- g) Zona Este
- h) Zona Norte
- i) Descarga en relleno sanitario

Total estimado desde la salida hasta la vuelta a la base operativa: 105 km

Todas las rutas suman más de 80 km, por lo que se decidió incluir un recambio de los operarios cargadores alrededor de la mitad del recorrido, para aliviar el esfuerzo físico que deben realizar en la tarea. Se recomienda que dicho recambio se realice en la base operativa, para minimizar los inconvenientes y facilitar el sistema de registro. Durante los trayectos de más de 2 km en los que no se recolecten RSD, los operarios cargadores deberán viajar

sentados en la cabina de conducción; sino, podrán viajar de pie en los extremos posteriores izquierdo y derecho del camión, sujetándose de manera adecuada. Se proveerá una capacitación completa en el sistema de gestión de residuos y en higiene y seguridad a los recolectores, y se les proporcionarán Elementos de Protección Personal (EPP) y vestimenta, controlando su correcto uso: zapatillas cómodas con suela antideslizante, pantalón largo con franjas reflectantes, chaleco reflectante (que siempre deberá colocarse por encima de la ropa que se posea en el torso), guantes anti-corte y guantes de jardinería (los operarios decidirán qué guantes prefieren utilizar, según su comodidad).

Los camiones, por seguridad, no deberán superar las siguientes velocidades máximas:

- 30 km/h en calles
- 40 km/h en avenidas
- 60 km/h en rutas

❖ **Consumo y carga de combustible**

Los camiones recolectores realizarán las cargas de combustible en la estación de servicio YPF, situada en el ingreso sur de la localidad de Aluminé, sobre la ruta provincial 23. El combustible que utilizarán será Infinia Diesel.

Según se le consultó al ingeniero Martín Marmo, profesional dedicado a la gestión de RSU durante más de 10 años, un camión recolector consume alrededor de 16 litros de Infinia Diesel por hora. Dado que el consumo depende de muchos factores (la velocidad de marcha, las características del terreno, la carga del camión, la frecuencia de compactación, etc.), el consumo por unidad de tiempo es una aproximación útil para poder estimar el combustible necesario y la autonomía (considerando una capacidad de 220 litros en los tanques de combustible).

En la memoria de cálculo (página 250) se presentan los cálculos realizados para llegar a la conclusión de que se considera un **consumo estimativo de 102 litros de combustible Infinia Diesel por cada día de recolección, y será necesario abastecerse del mismo, llenando el tanque, cada 2 días de recolección**, luego de descargar los RSD en el sitio correspondiente y antes de regresar a la base operativa.

4.1.1.3. Tratamiento de los RSD Compostables

Como se mencionó anteriormente, los materiales compostables recolectados serán descargados en la **planta de compost y restos de poda (PCyRP1)**. Ésta se encontrará en el predio donde actualmente se ubica el sitio de disposición de residuos de poda y jardín (superficie aproximada: 7,3 hectáreas); en la Figura 4.12 se muestra la localización y delimitación del mismo. Se decidió utilizar este terreno porque ya es utilizado actualmente en la gestión actual de residuos, porque es de propiedad municipal, tiene disponibilidad de superficie adecuada y cercanía con fuente de agua, y se encuentra alejado del centro urbano (aproximadamente 1,5 km), manteniendo cercanía con posibles destinos para el compost producido (huertas comunitarias y terrenos destinados a forestación). El funcionamiento de la planta será de lunes a sábados, en el horario de 8 a 15 hs.



Figura 4.12: Imagen satelital con la ubicación de la planta de compost y restos de poda de Aluminé. También se indica la ubicación de algunos de los posibles destinos para el compost producido. Fuente: Elaboración propia mediante el uso de Google Earth.

El objetivo primordial del compostaje es valorizar los materiales compostables, disminuyendo notablemente el volumen de residuos que se envían a disposición final, contribuyendo a mejorar la calidad de los suelos y generando mano de obra local. El compost producido retornará a la comunidad: los destinos principales serán las huertas comunitarias, los domicilios particulares, los espacios verdes del municipio, el vivero municipal (que se encuentra en desarrollo, e incluirá actividades de huertas terapéuticas), la planta municipal de producción de hongos comestibles y los productores agropecuarios y forestales locales (también se

evaluará la entrega de compost a las comunidades mapuches de la zona). Se promocionará la entrega de compost gratuita a los vecinos, distribuyéndolo en fiestas y eventos o coordinando su entrega en el edificio municipal o la planta de compost y restos de poda (donde podrán realizarse visitas guiadas programadas). Se analizarán las posibilidades de donación o intercambio del compost por otros productos a los productores locales, que a su vez podrán entregar en la planta residuos orgánicos (tal como estiércol, guano, paja, pasto, restos de poda, etc.) útiles para el proceso de compostaje (actualmente SENASA prohíbe la inscripción de compost producido en base a residuos urbanos). También podrán integrarse al proceso los residuos orgánicos del matadero municipal, los lodos biológicos de la planta de tratamiento cloacal y el compost producido allí mismo.

❖ **Fundamentos del compostaje** (Rodríguez Salinas y Córdova y Vázquez, 2006)

El compost es el producto de la degradación aeróbica de residuos orgánicos (proceso de compostaje). Es un material inodoro, estable y similar al humus (fracción orgánica del suelo, que es el hábitat principal de la microfauna del suelo, absorbe la energía solar, retiene la humedad, mejora la estructura del suelo y disminuye su susceptibilidad a la erosión), que no representa un riesgo sanitario para el medio ambiente natural y social.

El compostaje requiere oxígeno y agua en cantidad suficiente; genera calor (proceso exotérmico), dióxido de carbono y vapor de agua. Los organismos implicados en el proceso son un conjunto de bacterias, hongos y microfauna. Las cadenas alimenticias son complejas y dinámicas, y la edad del proceso influye en su composición. Al finalizar el proceso, el compost es estable y puede almacenarse largo tiempo sin perder sus propiedades.

El compost es un mejorador del suelo porque favorece el desarrollo de sus funciones:

- Favorece la aireación y la retención de humedad. Junto con las arcillas, fomenta la formación de agregados más estables. En suelos arenosos ayuda a la retención del agua.
- Mejora la estructura del suelo y previene la erosión.
- Mejora el almacenamiento de nutrientes y su disponibilidad para los vegetales.
- Provee de hábitat a diversos microorganismos: algunos procesan los residuos para convertirlos en humus, otros procesan el humus para aprovecharlo o generar alimento para otros.
- Favorece la absorción de los rayos solares, debido a su color oscuro.

En el proceso de compostaje se deben considerar las cantidades de nitrógeno, carbono, oxígeno y agua, y la temperatura, la microbiota, el tamaño de partícula y el pH son factores de interés para su control. Los valores óptimos de la relación “carbono/nitrógeno” (C/N) se encuentran entre 25 y 35. Si el material de partida contiene una relación C/N mayor a 35, el

proceso será lento, las temperaturas no subirán suficientemente y se perderá el exceso de carbono en forma de dióxido de carbono; si la relación es menor a 25, se producirán pérdidas de nitrógeno en forma de amoníaco. Cuando los materiales de origen tienen una relación C/N alta, deben añadirse materiales ricos en nitrógeno (como estiércol y lodos biológicos de plantas de tratamiento de aguas). Cuando la relación es más baja, deben añadirse componentes ricos en carbono (como paja y madera). La materia orgánica de los RSU generalmente tiene una adecuada relación C/N y por sí sola puede compostar.

Durante el proceso de compostaje se producen pérdidas de carbono en forma de CO₂, por lo que la relación C/N irá disminuyendo hasta alcanzar un valor entre 12 y 8 en el producto final (este rango es un buen indicio de que la degradación ha finalizado y la composta ha madurado). Si el valor final de C/N es inferior, indica que la composta se ha mineralizado excesivamente y, si es superior, puede indicar que no se ha descompuesto suficientemente.

La aireación (para proveer de oxígeno a los microorganismos) debe balancearse con el mantenimiento de la humedad. La humedad óptima es del 50%, que al finalizar el proceso se reducirá hasta un 30 ó 40%. La falta de humedad provoca una sensible disminución de la actividad microbiana, por lo que se enlentece la degradación y baja la temperatura. Un exceso de humedad tiene consecuencias negativas, pues dificulta la circulación del oxígeno y puede provocar la descomposición anaerobia de la mezcla. Si hay exceso de humedad, se puede airear la mezcla o agregar elementos secos (como paja o tierra) que absorban la humedad. Si la humedad es baja, se puede regar la mezcla o tajarla con plástico para reducir la evaporación del agua.

Las operaciones centrales del compostaje son la degradación, la pasteurización y la maduración, y pueden identificarse por la temperatura de la mezcla. La degradación comienza cuando se arma la mezcla, y allí la temperatura se eleva rápidamente hasta alcanzar una fase termofílica (temperaturas superiores a los 50° C). La pasteurización se lleva a cabo durante la fase termofílica y consiste en dos etapas. En la primera se incrementa la temperatura hasta cerca de los 35° C para favorecer la germinación de semillas y esporas. En la segunda, se eleva a 55° C y se mantiene el material a esa temperatura durante tres o cuatro días, suficiente para eliminar los gérmenes patógenos (la pasteurización es necesaria para eliminar los patógenos de plantas, animales y humanos, y las semillas que pudieran contener los residuos germinarán y morirán debido a la alta temperatura). Cuando la degradación termofílica termina, se obtiene el compost inmaduro. Éste luego tiene que ser degradado lentamente y a temperatura ambiente (maduración). Además, el pH puede indicar el avance del proceso de compostaje: en el inicio puede descender a 6.5 o menos; conforme el tiempo transcurre, se estabiliza el valor entre 7 y 8, lo que permite la degradación y la maduración. Valores de pH superiores a 8 provocan pérdidas de nitrógeno en forma de amoníaco.

Existen diversos sistemas y tecnologías de compostaje, uno de los cuales es mediante la formación de hileras. Éstas se voltean 1 o 2 veces por semana durante un período de 4 a 5 semanas. Durante este período la actividad metabólica de los microorganismos altera la composición química de la materia orgánica prima, reduce el volumen y el peso de la mezcla, e incrementa la temperatura del material que es fermentado. Volteando la pila se proporciona oxígeno y se controla la temperatura. Cuando se agota la materia orgánica fácilmente biodegradable, se reduce la actividad bacteriana, la temperatura comienza a bajar y se completa la primera etapa del proceso de compostaje (“material bioestabilizado”); en la Figura 4.13 se muestran los rangos de temperatura y pH típicos observados en esta etapa. Luego, el material se deja madurar durante 2 a 8 semanas más, en hileras abiertas para asegurar su total estabilización (“compost maduro”). (Tchobanoglous, Theisen y Vigil, 1994)

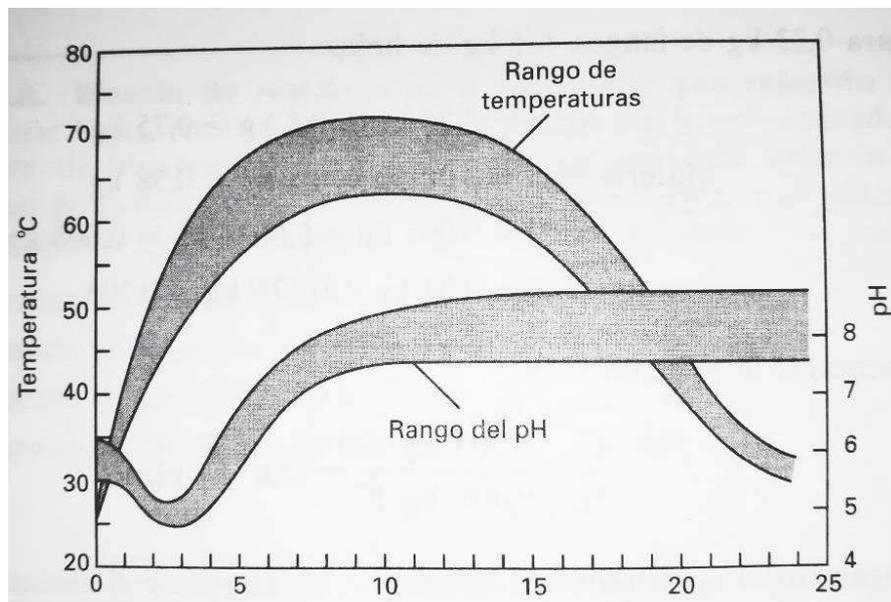


Figura 4.13: Rangos de temperatura y pH típicos observados a lo largo de los días de la primera etapa del compostaje en hileras. Fuente: Tchobanoglous, Theisen y Vigil, 1994.

❖ Diseño del proceso de compostaje

En la planta de compost y restos de poda, el tratamiento de los materiales compostables tendrá las siguientes etapas:

- a) Recepción, control y clasificación de la materia prima:

Se recibirán los materiales compostables de los distintos orígenes, permitiendo que sean descargados mientras personal de la planta controla

visualmente que éstos sean adecuados al tipo y calidad aceptados. En caso de que no fueran adecuados, éstos serán rechazados y devueltos en el mismo vehículo que los trajo.

Los materiales se acomodarán (utilizando una pala cargadora frontal y/o palas manuales) en 3 pilas de sección triangular de 2 metros de alto y 4 de ancho: una para los RSD compostables, una para residuos de productores locales (residuos agrícolas, estiércol, paja, etc.) y del matadero municipal, y otra para chips de poda, césped, compost maduro y lodos biológicos de la planta de tratamiento cloacal que pudieran recibirse. Si se detectaran materiales inadecuados para el compostaje, éstos se separarán y acopiarán en el sector para posibles rechazos; luego se analizará su destino en base a sus características y origen, pero en su mayoría probablemente serán llevados a disposición final en el relleno sanitario. En la Figura 4.14 se muestra un ejemplo de pala cargadora que podría utilizarse.



Figura 4.14: Ejemplo de pala cargadora que podría utilizarse en la planta de compost y restos de poda. Fuente: McKay & Associates.

Después de producirse precipitaciones en forma de nieve, ésta deberá quitarse de la superficie de los materiales acopiados.

El sector de materiales clasificados podrá ser utilizado (aunque no necesariamente) para colocar los distintos materiales a utilizar en la preparación de la mezcla, para facilitar y agilizar dicha tarea.

b) Preparación de la mezcla y armado de la pila:

Cada día de recolección de RSD compostables, luego de su descarga en la planta, deberá prepararse la mezcla adecuada para el compostaje de la totalidad del volumen descargado, usando la pala cargadora. La mezcla a compostar se formulará según la composición de carbono, nitrógeno y agua de los materiales a emplear. Para ello se utilizará una técnica práctica sugerida en

el Manual de compostaje municipal de Rodríguez Salinas y Córdova y Vázquez, 2006, considerando valores típicos de composición (ver Tabla 4.9):

Tabla 4.9: Valores típicos de composición de materiales compostables. Fuente: Adaptado de Rodríguez Salinas y Córdova y Vázquez, 2006.

Material	%N	%C	%H ₂ O	Relación C/N
Residuos mezclados de matadero	2,55	5,1	70	2,0
Lodos activos sin digerir	1,4	8,82	75	6,3
Guano de aves de corral	0,315	4,73	95	15,0
Pasto	0,645	12,96	70	20,1
Estiércol promedio (vaca-cerdo-caballo)	0,23	4,94	90,7	21,5
Residuos de fruta	0,38	13,22	75	34,8
RSD compostables	0,189	9,58	65	50,7
Paja	0,47	31,08	30	66,1
Madera	0,056	40,49	20	723,0

Se estima que para alcanzar valores cercanos a los óptimos de humedad (entre 40 y 60%) y de relación C/N (entre 25 y 35), la proporción de RSD compostables rondará el 80% de la mezcla, y variará dependiendo de los materiales disponibles en cada momento (siempre se incluirán partículas de diversos tamaños para la formación de poros y microtúneles, facilitando la aireación natural de la mezcla basada en la diferencia de temperatura entre el interior de la mezcla y el ambiente). Una vez armada la mezcla, se medirá la humedad en 5 puntos a lo largo de ella (utilizando un medidor de humedad y temperatura adecuado) y se calculará el promedio de estos valores; si el promedio estuviera dentro del rango óptimo, se procederá a la construcción de la pila en el sector de compostaje, caso contrario, se incorporarán materiales (incluso compost maduro grueso y fino) o se regará la mezcla para ajustar el contenido de humedad, y se armará la pila en el sector de compostaje.

c) Compostaje

El proceso de compostaje se llevará a cabo en 2 etapas; la primera es la de degradación y pasteurización, y la segunda es la de maduración. La primera etapa durará 5 semanas, y la segunda, 8 semanas. Durante ambas etapas se controlará la humedad y la temperatura (1 o 2 veces por semana), empleando el medidor de humedad y temperatura de la misma forma que durante la preparación de la mezcla, y si se hallaran valores promedio por fuera de los rangos óptimos, podrá agregarse compost maduro o paja, regarse y/o voltearse la pila para ajustarlos. Durante la primera etapa se realizarán volteos con una

frecuencia mínima de 2 veces por semana, y durante la segunda, de 1 vez por semana. Los volteos se realizarán con la pala cargadora, y para el riego de las pilas se utilizará agua y/o lixiviados que pudiera haber en la pileta de lixiviados, mediante el empleo de mangueras.

Después de producirse precipitaciones en forma de nieve, ésta deberá quitarse de la superficie de las pilas.

Luego de transcurrir el total de 13 semanas, la pila de compost maduro podrá ser cosechada, pasando del sector de compostaje al sector de cribado (mediante el empleo de la pala cargadora).

d) Cribado

En esta operación se separarán 2 fracciones del compost maduro según el tamaño de las partículas: una fracción fina, que será el compost a emplear como abono, mejorador de suelos, etc., y una fracción gruesa de materiales de más lenta degradación, que será reutilizada en el proceso de compostaje, incorporándose en distintas proporciones a las pilas (la fracción fina también podrá ser reutilizada en el proceso). Se utilizará una criba cilíndrica (trómel) o vibratoria, con malla de entre 15 y 25 mm. En la Figura 4.15 se muestran ejemplos de estos tipos de cribas. También se recomienda incluir una cinta transportadora para la alimentación de la criba y una o dos para las salidas de la misma.



Figura 4.15: Ejemplos de cribas cilíndrica (izquierda) y vibratoria (derecha). Fuente: Option SRL.

El compost grueso será transportado con la pala cargadora hasta el sector de acopio o de materiales clasificados, y el compost fino será acomodado en el sector de almacenamiento y empaque.

e) Almacenamiento y empaque

Habr  un sector destinado al almacenamiento a granel del compost fino, que también permitirá el secado natural del mismo (se buscará que el producto final tenga una humedad menor al 40%). La forma de distribución del compost dependerá del receptor: para los domicilios particulares (vecinos) se empacará en bolsas compostables, con un peso neto de entre 3 y 5 kg; para el resto será a granel o en recipientes que provea cada receptor. El empaque de 3 y 5 kg se realizará de manera manual, utilizando una balanza comercial, y la distribución a granel o en recipientes ajenos será cuantificada en volumen aproximado, y se empleará la pala cargadora o palas manuales.

En la Figura 4.16 se presenta un diagrama de flujo que resume, de forma simplificada, la producción de compost:

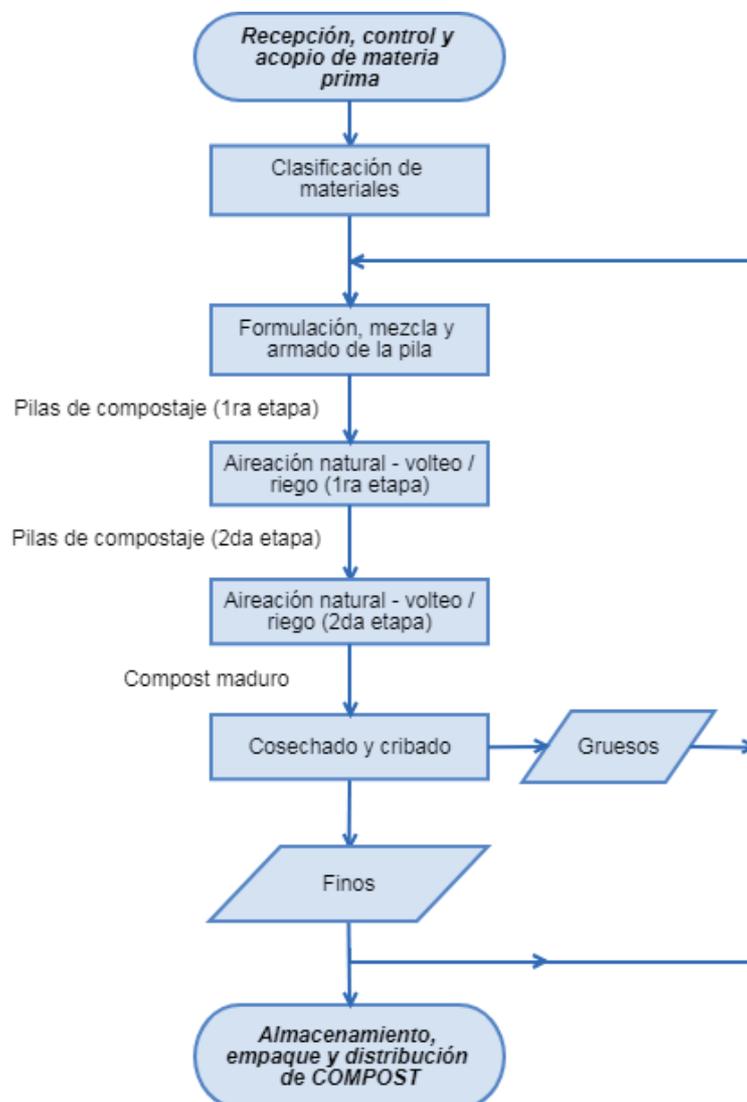


Figura 4.16: Diagrama de flujo simplificado de la producción de compost.
Fuente: Elaboración propia.

❖ Diseño de la planta de compost y restos de poda

Como lo indica el nombre, en la planta también se procesarán los restos de poda, pero en este apartado sólo se incluye lo relativo al compost (aunque varios sectores serán compartidos).

Teniendo en cuenta que el predio a utilizar es amplio, se proyectó la planta con un diseño que le permita funcionar al menos hasta el año 2038. Por esta razón se emplearon las proyecciones de generación y recolección de RSD; en la memoria de cálculo (página 255) se detallan los cálculos realizados. Las áreas requeridas para cada sector de la planta que se estimaron son las siguientes:

- Sector de recepción y acopio: tendrá un área de 1036 m² (28 m x 37 m).
- Sector de materiales clasificados: se utilizará un espacio de 384 m² (12 m x 32 m).
- Sector de mezcla: su superficie será de 384 m² (12 m x 32 m).
- Sector de compostaje: requerirá una superficie total de 5200 m² (52 m x 100 m).
- Sector de cribado: se empleará un área de 400 m² (20 m x 20 m), de la cual una parte tendrá techo de chapa, contiguo al del sector de almacenamiento y empaque, donde estará el equipo de cribado (50 m² aproximadamente).
- Sector de almacenamiento y empaque: tendrá un techo de chapa con estructura metálica, para proteger al producto final y los equipos móviles de las precipitaciones. Tendrá una superficie de 300 m².

Además se determinaron sectores auxiliares necesarios para el funcionamiento de la planta:

- Caseta de vigilancia y control, cocina-comedor, baños: este edificio ocupará un área de 100 m². Tendrá un tanque de agua que se abastecerá con el agua de red. Se recomienda instalar adicionalmente una balanza para el pesaje de los camiones, de manera de llevar un control de ingresos y egresos.
- Pileta de lixiviados: será capaz de retener hasta 100 mm de precipitaciones aproximadamente (en la estación meteorológica Chapelco Aero la precipitación máxima diaria registrada es de 79 mm, y la mensual de 342 mm, (Servicio Meteorológico Nacional)), teniendo en cuenta que se recomienda:
 - Intentar minimizar la infiltración de lixiviados en los sectores de recepción y acopio y de compostaje, compactando fuertemente el suelo y generando una pendiente hacia la red de drenaje.
 - Construir una red de drenaje desde ambos sectores hacia la pileta de lixiviados, mediante zanjeo del suelo y colocación de cañerías. La pendiente de la red estará facilitada por la pendiente natural del suelo en sentido norte-sur y oeste-este.

- Construir la pileta con geomembrana de PEAD de 800 µm de espesor, y con una profundidad no mayor a 1 metro, para reducir la generación de zonas anaeróbicas y minimizar el desprendimiento de metano y olores.
- Reutilizar el líquido contenido en la pileta para el riego de las pilas de compostaje y de las áreas parquizadas de la planta. Se analizará la posibilidad de volcar el lixiviado a la red colectora cloacal, de acuerdo con los parámetros de vuelco que opere el sistema, en caso de que se llegara a superar el nivel máximo de la pileta.

Este sector ocupará un área total de 900 m².

Todas estas consideraciones minimizarán la infiltración de lixiviados en el suelo.

- Tanque de agua y bomba para riego: se recomienda tener un tanque que se llenará con el agua de red, y una bomba que podrá emplearse tanto para el riego con lixiviados como con agua del tanque, dependiendo de la disponibilidad; la fuente de bombeo (tanque o pileta de lixiviados) se seleccionará en forma automática por flotante instalado en la pileta, según el nivel. Un área de 30 m² sería suficiente para este sector.
- Estacionamiento y patio de maniobras: este sector servirá tanto para los trabajadores de la planta de compost y restos de poda, como para aquellos que realicen visitas o descarguen y/o retiren materiales. El área que requerirá será de aproximadamente 500 m².
- Sector para posibles rechazos: se destinará un espacio de sólo 40 m², ya que se hará todo lo posible para que los rechazos no permanezcan más de 1 o 2 días en la planta.

Además se deberá alambrar todo el perímetro de la planta de compost y restos de poda para evitar el ingreso no habilitado de personas y de animales, y así minimizar el riesgo de accidentes y de contaminación de los materiales. Habrá un portón para el ingreso, el cual permanecerá cerrado y se abrirá cuando sea necesario. Se recomienda plantar una hilera de álamos sobre los límites este y sur del predio, para disminuir la propagación de olores a través del viento hacia las zonas pobladas. También sería recomendable instalar una balanza para camiones en la entrada a la planta, para llevar un control de los ingresos y egresos de materiales y tener más herramientas para mejorar la gestión.

El diseño de la planta de compost y restos de poda se presenta en los planos PCyRP1a y PCyRP1b (ver página 303).

La planta de compost y restos de poda (sector de compost) contará con los siguientes puestos de trabajo:

- 1 persona para vigilancia y control de la entrada en particular, y de la planta en general. También realizará las tareas administrativas y de dirección de la planta
- 1 persona se encargará del control de los materiales descargados en la planta y de dirigir su clasificación. También se encargará de la formulación de la mezcla para compostaje en base a los materiales disponibles, y de los controles de humedad y temperatura.
- 2 personas estarán a cargo de los transportes de todos los materiales dentro de la planta, del armado de la mezcla y las pilas de compostaje, de los volteos y del agregado de materiales y riego de las mismas.
- 1 persona estará a cargo del cribado y del empaque y almacenamiento del compost maduro.

Los trabajadores deberán poseer y utilizar los elementos de seguridad y de protección personal adecuados: zapatos de seguridad, chaleco reflectante, casco, guantes de jardinería o anti-corte, barbijo y gafas de seguridad cuando la tarea lo requiera. La planta deberá contar los tipos y cantidad de matafuegos correspondientes.

Respecto al consumo de combustible en la planta, resulta imposible proyectarlo. El combustible se almacenará en un bin plástico industrial de 1000 litros de capacidad, en un sector de la caseta de vigilancia y control. Este combustible también se utilizará para las motosierras que se emplearán en el sector de restos de poda (ver página 92).

4.1.2. Restos de poda

La gestión de estos residuos se dividirá según el tipo de generación:

- Pública: son los restos de poda resultantes de la poda pública, ya sea realizada por el propio municipio o por una empresa contratada por éste, y el producto del corte de césped y/o plantas y barrido de hojas de espacios públicos.
- Privada: son los restos de la poda realizada por particulares en el interior de sus domicilios; puede incluir césped, ramas, hojas, plantas, troncos, etc.

4.1.2.1. Restos de poda pública

La poda de espacios públicos podrá ser realizada por el municipio o por una empresa privada que éste contrate, aunque se recomienda que sea el propio municipio quien la realice (para reducir los costos y facilitar el control de la gestión).

Las tareas de poda se intensifican en los meses de mayo, junio, julio y agosto, que es la época recomendada para hacerlo, pero se realizan durante todo el año, ya sea para el despeje de luminaria, para reducir el riesgo de caída de ramas, para liberar pasos peatonales o vehiculares o cuando existen reclamos o pedidos vecinales específicos.

Las etapas de la gestión de los restos de poda pública será la siguiente:

a) Generación y disposición inicial:

Cuando se corte el césped y/o plantas y se junten hojas de espacios públicos en el centro urbano de Aluminé, los restos generados serán dispuestos en bolsas compostables por el personal que realice la tarea, dejándolas sobre el cordón de la vereda. Cuando esta tarea se realice fuera del entorno urbano, los restos de poda se dispondrán sueltos (a granel), en uno o varios puntos.

Para los casos de poda de árboles, la tarea siempre se realizará en presencia de, al menos, un camión con caja volcadora, para permitir cargar los restos a medida que se generan. En la época de poda, la tarea se realizará con el acompañamiento de 2 camiones volcadores, mientras que el resto del año podrá realizarse sólo con uno (se recomienda que uno de los camiones posea sistema de almeja o garra-pulpo hidráulica integrada, para facilitar la carga de grandes pesos; en la Figura 4.18 y la Figura 4.17 se muestran ejemplos de camiones volcadores con y sin este sistema.



Figura 4.18: Ejemplo de camión con caja volcadora hidráulica. Fuente: Luis J. D. Scorza y Cía. S.A.



Figura 4.17: Ejemplos de camiones volcadores con almeja (izquierda) y garra-pulpo (derecha) hidráulicas integradas. Fuentes: El Quino-Excavaciones y materiales de construcción (izquierda) y Serveal Automoción (derecha).

b) Recolección y transporte:

Los restos de corte de césped y plantas y de hojas de espacios públicos serán recolectados en un período de no más de 4 horas de haber sido dispuestos, ya sea en bolsas compostables o a granel. La carga de éstos en el vehículo de recolección se hará de forma manual, con la ayuda de una pala ancha si fuera necesario. El vehículo a utilizar para la recolección podrá ser un camión volcador y/o una camioneta con caja (tipo pick-up), dependiendo del volumen a recolectar y transportar.

Los restos de poda de árboles, como se indicó anteriormente, serán cargados en camiones volcadores (preferiblemente de 8 m³ o más de capacidad) a medida que se generan, ya sea de forma manual y/o con una pala cargadora y/o con la maquinaria empleada para la poda. El camión volcador llevará un chofer y dos operarios cargadores, que se encargarán de juntar y cargar todos los restos de

poda, incluso los pequeños que pudieran diseminarse en las veredas y calles como producto de la tarea de poda.

Todos los restos de poda serán transportados, sin tratamiento previo, a la planta de compost y restos de poda.

Los camiones se guardarán en la base operativa municipal (donde también se encuentra la oficina de servicios públicos), y allí los choferes y operarios deberán firmar el registro al comenzar y al finalizar la jornada de recolección. Los días de recolección para restos de poda serán lunes a sábados, en la franja horaria de 8 a 15 hs.

Se proveerá una capacitación completa en el sistema de gestión de residuos y en higiene y seguridad a los recolectores, y se les proporcionarán Elementos de Protección Personal (EPP) y vestimenta, controlando su correcto uso: zapatos de seguridad cómodos para la tarea de recolección, pantalón largo con franjas reflectantes, chaleco reflectante (que siempre deberá colocarse por encima de la ropa que se posea en el torso), guantes anti-corte y guantes de jardinería (los operarios decidirán qué guantes prefieren utilizar, según su comodidad).

c) Tratamiento:

La planta de compost y restos de poda funcionará de lunes a sábados, en el horario de 8 a 15 hs.

En la planta, los restos de poda tendrán la siguiente clasificación:

- Recortes de césped, plantas y hojas
- Ramas finas (de diámetro menor a 5 cm aproximadamente)
- Ramas gruesas y troncos

En los casos en que los vehículos de transporte arriben a la planta de compost y restos de poda con un sólo tipo de restos, ya sean embolsados o a granel, los descargarán en su sitio de acopio específico para cada uno: los recortes de césped, plantas y hojas serán descargados en el sector de acopio de materiales compostables, las ramas finas en su sector de acopio y las ramas gruesas y troncos en el suyo. En el caso de que vinieran restos mezclados, éstos se descargarán en el sector de recepción de restos de poda; allí serán clasificados manualmente, con ayuda de una pala ancha, para luego ser transportados a su sector de acopio mediante la pala cargadora de la planta.

Los recortes de césped, plantas y hojas serán utilizados en la mezcla de materiales para el armado de las pilas de compostaje, y allí serán procesados

para producir compost (ver la sección de tratamiento de los RSD compostables en la página 79).

Las ramas finas serán procesadas mediante una chipeadora (trituradora) de ramas, que las transformará en chips de madera (los cuáles pueden ser de distintos tamaños, según el equipo que se utilice y el modo de funcionamiento que se seleccione). En la Figura 4.19 se muestra un ejemplo de chipeadora:



Figura 4.19: Ejemplo de máquina chipeadora, para la trituración de ramas finas.
Fuente: Econovo-Oscar Scorza Equipos y Servicios S.R.L.

Los chips de madera podrán tener diversas aplicaciones, entre las que se encuentran: consolidación y cobertura del suelo de los caminos internos, el estacionamiento y el patio de maniobras de la planta de compost y restos de poda, formulación de la mezcla para compostaje (favorece la aireación natural de la misma), consolidación de caminos y uso como material de cobertura en el relleno sanitario, cobertura de suelos en viveros y caminos internos particulares, consolidación de calles, caminos y senderos públicos, uso como material de relleno de distintos materiales, etc. Habrá un sector para el almacenamiento de madera chip, formando distintas pilas según el tamaño del chip producido. Los distintos usos y aplicaciones serán decididos por el municipio, quien ofrecerá a particulares la madera chip sin costo o mediante el intercambio por algún producto o material. Como producto secundario de la trituración de las ramas se genera polvo de madera o aserrín (partículas muy finas), y se utilizará en el compostaje, principalmente por su bajo contenido de humedad y su capacidad higroscópica (Rodríguez Salinas y Córdova y Vázquez, 2006).

Las ramas gruesas y troncos serán trozados mediante la utilización de hachas manuales y/o motosierras para la producción de leña, cortando primero las puntas y ramas finas que haya para separarlas y acopiarlas como tales. El trozado se

realizará de manera de obtener un tamaño de leña no mayor a 40 cm de largo y 15 cm de grosor. La leña húmeda se dispondrá a secar en pilas en un sitio soleado por un período de 8 meses, para reducir la humedad de la misma hasta un 20% aproximadamente y asegurar una combustión eficiente (INTA, 2013). Luego del secado, la leña se envasará en bolsas de papel de doble pliego con pesos netos de entre 5 y 10 kg (de forma manual, con ayuda de una balanza comercial), para poder transportarlas y entregarlas a los consumidores. Habrá un sector techado para el envasado y almacenamiento de la leña. Los destinatarios principales de la leña serán aquellas personas que no posean red de gas, facilitándoles el acceso a este combustible para la calefacción y cocción en sus hogares (se evaluará la entrega de leña a las comunidades mapuches de la zona, y a domicilios que tengan red de gas pero deseen utilizar leña para cocción o en estufas o salamandras). Los modos de entrega del producto deberán analizarse, pero podrá ser en la planta de compost y restos de poda, en el edificio municipal, y/o en campañas de reparto con vehículos municipales.

Diseño del sector de restos de poda de la planta de compost y restos de poda: aunque previamente se proyectó la generación aproximada de restos de poda (ver Tabla 4.6), es imposible saber su distribución a lo largo del año y los volúmenes que ocuparán, ya que depende de la proporción de generación de cada tipo (césped/plantas/hojas/ramas/troncos). Teniendo en cuenta que la disponibilidad en el predio es amplia, se tomaron valores estimativos para las áreas requeridas para cada sector de la planta (los cuales podrán modificarse durante la gestión, de acuerdo a las necesidades):

- Sector de recepción de restos de poda: 200 m².
- Sector de acopio de ramas finas: 200 m².
- Sector de acopio de ramas gruesas y troncos: 150 m².
- Sector de trituración y acopio de chip: se recomienda emplear una chipeadora de arrastre, que permita triturar ramas de hasta 10 cm de diámetro, aunque se vaya a utilizar para ramas de hasta 5 cm aproximadamente; se intentará utilizar la trituradora que posee actualmente el municipio, luego de arreglarla (aunque se desconocen las especificaciones técnicas de la misma). Ya que este sector no será techado, la chipeadora podrá guardarse en el sector de envasado y almacenamiento. El área estimada que ocupará este sector será de 150 m².
- Playa de secado: 300 m². La leña se secará en pilas, buscando la mayor estabilidad de las mismas para minimizar la posibilidad de accidentes. El

suelo deberá tener una mínima pendiente que evite el encharcamiento de las pilas, y cuando se produzcan precipitaciones en forma de nieve, ésta deberá quitarse de la superficie de las mismas, reduciendo el humedecimiento de la leña.

- Sector de envasado y almacenamiento: tendrá un techo de chapa con estructura metálica, para proteger al producto final y los equipos móviles de las precipitaciones; se encontrará junto al sector de empaque y almacenamiento de compost. Tendrá una superficie de 200 m².

Los traslados de material dentro de la planta, entre sectores y dentro de ellos, podrán realizarse manualmente usando carretillas (cuando las distancias y los volúmenes sean pequeños) o mediante la pala cargadora o un camión volcador, aprovechando los momentos de recepción de restos de poda.

El diseño de la planta de compost y restos de poda se presenta en los planos PCyRP1a y PCyRP1b (ver página 303).

La planta de compost y restos de poda (sector de restos de poda) contará con los siguientes puestos de trabajo:

- 1 persona para vigilancia y control de la entrada en particular, y de la planta en general. También realizará las tareas administrativas y de dirección de la planta (es la misma persona que se indicó previamente para el sector de compost).
- 1 persona se encargará del control de los materiales descargados en la planta y de dirigir su clasificación (es la misma persona que se indicó previamente para el sector de compost).
- 2 personas estarán a cargo de los transportes de todos los materiales dentro de la planta (son las mismas personas que se indicaron previamente para el sector de compost).
- 2 personas estarán a cargo del chipeo de ramas, del trozado de ramas y troncos y del armado de las pilas para secado de leña. También colaborarán en otras tareas de la planta cuando tengan tiempo disponible.
- 1 persona se encargará del envasado y almacenamiento de leña seca (es la misma persona que se indicó previamente para el empaque y almacenamiento del sector de compost).

Los trabajadores de la planta deberán poseer y utilizar los elementos de seguridad y de protección personal adecuados: zapatos de seguridad, chaleco

reflectante, casco, guantes de jardinería o anti-corte, barbijo, gafas de seguridad y protectores auditivos, cuando la tarea lo requiera. La planta deberá contar los tipos y cantidad de matafuegos correspondientes.

4.1.2.2. Restos de poda privada

Los restos de poda generados por particulares en sus domicilios se gestionarán de dos formas distintas, dependiendo del volumen generado:

- Embolsables: recortes de césped, plantas, hojas y pequeñas ramas, que ocupen poco espacio (menos de 100 litros aproximadamente) y puedan ser colocados en bolsas compostables.
- A granel: recortes de césped, ramas grandes y pequeñas, hojas, tierra, plantas y troncos, que ocupen un espacio considerable (más de 100 litros).

Los restos de poda embolsables serán gestionados de la misma forma que los RSD compostables y junto con ellos (ver secciones de separación en origen y disposición inicial de RSD, páginas 60 y 64 respectivamente).

Por otro lado, las etapas de la gestión de los restos de poda **a granel** será la siguiente:

a) Generación y disposición inicial:

Cada generador deberá contactarse con la oficina de servicios públicos de la municipalidad para coordinar el día y el horario aproximado para el retiro de los restos de poda, preferentemente antes de generarlos. La comunicación podrá ser llamando por teléfono o presentándose personalmente en la oficina. El momento de retiro de los restos de poda será propuesto por el generador, pero estará sujeto a la disponibilidad de días y horarios de recolección del servicio. La oficina de servicios públicos intentará coordinar los retiros buscando minimizar el consumo de combustible, por lo que los agrupará en base a su ubicación geográfica, en la medida de lo posible, pero no podrá postergar el retiro más de 1 semana respecto de la fecha planteada por el generador.

El generador dispondrá los restos de poda sin embolsar en la calle, delante de su domicilio, junto al cordón. Se intentará que la recolección sea realizada el mismo día que la disposición inicial, buscando que los restos pasen el menor tiempo posible en la vía pública y minimizar la diseminación de los mismos. En caso de presentarse una situación imprevista que impida la recolección (condiciones meteorológicas adversas, por ejemplo), la oficina de servicios públicos deberá comunicarse con el generador, con la mayor antelación posible para postergar el retiro de los residuos, solicitándole que no los disponga en la vía pública hasta ese entonces.

b) Recolección y transporte::

La recolección se realizará con un camión con caja volcadora (preferentemente que sea a partir de 8 m³ de capacidad), que tendrá un chofer y dos operarios cargadores que dispondrán de palas anchas y escobas para levantar todos los residuos de poda; en el caso de grandes volúmenes de restos de poda, que requiriesen el uso de una pala cargadora, la oficina de servicios públicos autorizará su uso (esta oficina deberá consultar qué tipo de poda realizará el vecino para saber previamente si se requerirá el uso de la pala). El camión deberá realizar el recorrido planificado por los domicilios, y transportará lo recolectado hasta la planta de compost y restos de poda (esto lo hará cuando se llene la caja del camión y cuando se complete el recorrido). El camión se guardará en la base operativa municipal (donde también se encuentra la oficina de servicios públicos), y allí el chofer y los operarios deberán firmar el registro al comenzar y al finalizar la jornada de recolección. Los días de recolección para restos de poda serán lunes a sábados, en la franja horaria de 8 a 15 hs. El servicio no se le cobrará al generador, independientemente de la frecuencia de uso.

Se cree que los primeros años será suficiente con un camión y luego se requerirán dos, pero deberá evaluarse durante la gestión.

Se proveerá una capacitación completa en el sistema de gestión de residuos y en higiene y seguridad a los recolectores, y se les proporcionarán Elementos de Protección Personal (EPP) y vestimenta, controlando su correcto uso: zapatos de seguridad cómodos para la tarea de recolección, pantalón largo con franjas reflectantes, chaleco reflectante (que siempre deberá colocarse por encima de la ropa que se posea en el torso), guantes anti-corte y guantes de jardinería (los operarios decidirán qué guantes prefieren utilizar, según su comodidad).

c) Tratamiento:

El tratamiento se realizará en la planta de compost y restos de poda, y se encuentra descrito en la sección anterior (ver página 92).

Respecto al consumo de combustible, resulta imposible proyectarlo debido a que la recolección y el transporte de restos de poda no tendrán frecuencia y recorrido fijos. Por esta razón, para el presente proyecto sólo se supondrá un consumo equivalente a la tercera parte del de la recolección de RSD, con un valor de 200 litros de combustible Infinia Diesel por semana, pero probablemente difiera del valor real durante la gestión.

4.1.3. Áridos

En primer lugar, se deberá considerar el volumen de áridos generado para determinar su gestión. Si el domicilio generara un volumen de áridos menor a 20 litros aproximadamente, podrá gestionarlo como RSD del tipo BASURA (ver página 60); si el volumen fuera mayor, la gestión será como se indica a continuación.

a) Generación y disposición inicial:

Cada generador deberá contactarse con la oficina de servicios públicos de la municipalidad (personalmente o por teléfono) para informar que generó o generará escombros, residuos de construcción, etc., y coordinará el momento en que se le entregará un volquete en alquiler para colocar los mismos. Deberá indicar el tiempo que requerirá tener el volquete, y éste dependerá de las unidades que haya disponibles. Un camión volquetero (autocargador), que sólo requerirá de un chofer (no se necesitarán operarios), llevará un volquete hasta el domicilio en el momento pactado, y podrá dejarlo en el interior de la propiedad (si fuera posible), en la vereda (sin obstruir el paso peatonal) o en la calle frente al domicilio, según lo que prefiera el generador. La disposición inicial será directamente en el interior del volquete, y no se permitirá la disposición a granel de áridos en la vía pública. El generador deberá colocar áridos en el volquete; es decir, no podrá mezclarlos con RSD, restos de poda u otros residuos. Los volquetes serán metálicos, de 5 m³ de capacidad. En la Figura 4.20 se muestra un ejemplo de camión autocargador con 2 volquetes apilados. Estos volquetes permiten que el camión transporte varias unidades vacías de manera apilada, ahorrando viajes y combustible.



Figura 4.20: Ejemplo de camión autocargador con 2 volquetes de 5 m³ apilados.
Fuente: Cerquatti Metalúrgica.

El servicio de alquiler de volquete para áridos tendrá un costo por día (a evaluar por el municipio, pero que se recomienda sea alrededor del equivalente en pesos de USD 20), que se cobrará junto con los impuestos municipales del domicilio en la siguiente factura. En el caso de que se colocaran en el volquete otros tipos de residuos, ya sea mezclados o no con áridos, se cobrará un recargo en el alquiler.

b) Recolección y transporte:

Una vez cumplido el período de alquiler del volquete, éste será retirado con un camión volquetero, y será transportado hasta la planta de clasificación, donde se realizará la descarga de áridos. En caso de que hubiera otros tipos de residuos en el contenedor, se evaluará la posibilidad de separarlos en la planta; sino se llevarán en su totalidad a disposición final al relleno sanitario.

El camión siempre se guardará en la base operativa municipal, donde el chofer deberá firmar el registro al comenzar y al finalizar cada jornada. El horario de trabajo será de lunes a sábados, de 8 a 15 hs. Los volquetes que no se encuentren alquilados también se guardarán en la base operativa, apilados, aunque se podrán dejar hasta 3 unidades en la planta de clasificación, si el chofer o la oficina de servicios públicos lo consideraran conveniente para la logística.

En lo que respecta al equipamiento, se cree que en un principio será suficiente para el municipio trabajar con 1 camión volquetero y 10 volquetes apilables (el municipio ya posee un camión y se desconoce la cantidad de volquetes); esto se corroborará durante la gestión y podrá ajustarse a las necesidades que se observen.

Al ser una actividad cuya frecuencia e intensidad no puede planificarse, se supondrá un consumo de combustible menor al correspondiente a los restos de poda, tomando un valor de 150 litros de combustible Infinia Diesel por semana.

Al chofer se le proporcionarán Elementos de Protección Personal (EPP) y vestimenta: zapatos de seguridad, pantalón largo con franjas reflectantes, chaleco reflectante (que siempre deberá colocarse por encima de la ropa que se posea en el torso), guantes anti-corte y guantes de jardinería.

c) Tratamiento:

Se utilizará un sector de la planta de clasificación de Aluminé para el acopio y tratamiento de áridos generados en el municipio (sector de áridos). Será un área de 150 m², de los cuales 25 m² tendrán techo, y es donde se realizará la trituración. En el plano PCa (página 303) se muestra el diseño de la planta de clasificación, donde se puede ver la ubicación de este sector dentro de la misma.

El camión depositará el contenido del volquete en una porción de descarga del sector de áridos. Una o dos personas se encargarán de determinar qué fracción no requerirá tratamiento, debido a que su granulometría es homogénea y menor o igual a 4 cm; ésta será movida al sector de acopio mediante el uso de palas manuales o un autoelevador con pala cargadora (en la Figura 4.21 se muestra un ejemplo). También determinarán qué materiales no podrán ser triturados, como chapas, hierros y maderas, y los moverán también al sector de acopio. La fracción a ser triturada se dejará en este sector, al lado de una cinta transportadora que alimentará a una trituradora de mandíbulas.



Figura 4.21: Ejemplo de autoelevador con pala cargadora. Fuente: Mecalux Logismarket.

El material a triturar deberá tener un tamaño que le permita ingresar en la boca de entrada de la trituradora; si no lo tuviera, se deberá reducir su tamaño utilizando un pico manual. El material será cargado en la cinta transportadora, que lo elevará y lo descargará en la boca de la trituradora de mandíbulas. En la salida de la trituradora habrá otra cinta transportadora, que descargará el material triturado en el sitio de acopio del mismo. La trituradora de mandíbulas a emplear se recomienda que no sea de gran capacidad -menor a 3 toneladas/hora de procesamiento-, para reducir la inversión y el consumo eléctrico, ya que la cantidad de material a procesar no se cree que vaya a superar dicho valor. En las Figuras Figura 4.24 y Figura 4.23 se muestran ejemplos de estos equipos, y en la Figura 4.22, una planta de trituración de áridos en funcionamiento.



Figura 4.24: Ejemplo de trituradora de mandíbulas para áridos. Fuente: Tecmaq SRL.



Figura 4.23: Ejemplo de cinta transportadora para áridos. Fuente: Fabrinor S.A.

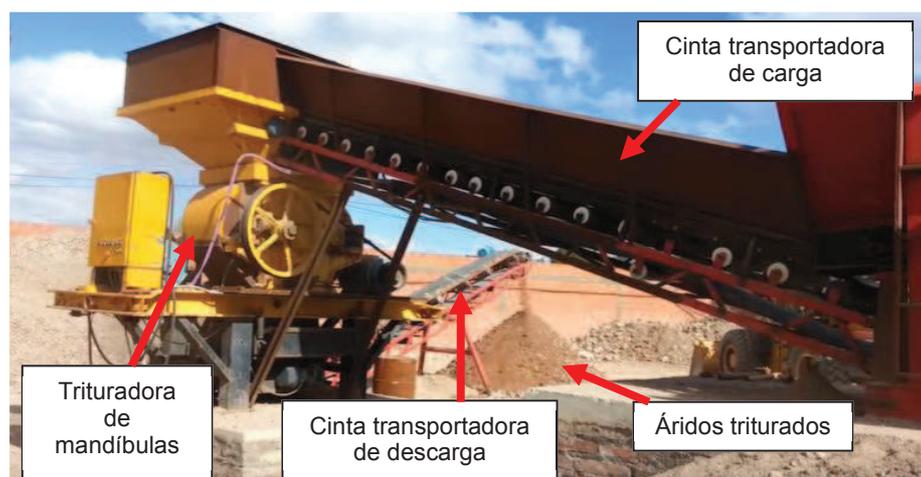


Figura 4.22: Ejemplo de planta de trituración de áridos en funcionamiento. Fuente: Depósito Dottori.

Los áridos serán utilizados luego por el municipio con distintas aplicaciones, entre las que se encuentran: confección de los caminos internos del relleno sanitario y cubierta de residuos, consolidación de caminos no pavimentados del municipio, material de construcción en distintos tipos de obras, etc. También se podrá evaluar que los vecinos puedan aprovechar los materiales para obras particulares, ya sea pagando o no al municipio por dicho producto.

A los trabajadores del tratamiento de áridos se los capacitará en las tareas específicas a realizar y se les proporcionarán Elementos de Protección Personal (EPP) y vestimenta: zapatos de seguridad, pantalón largo, casco, guantes anti-corte, guantes de jardinería, gafas de seguridad y protectores auditivos.

4.1.4. Producido de barrido y de mantenimiento de espacios verdes

En este proyecto no se planteará una frecuencia de barrido y mantenimiento de espacios verdes, sino que se determinará la metodología a seguir desde la disposición inicial del producido, respetando la frecuencia actual de estos servicios.

El producido de barrido de calles habitual se colocará en bolsas de basura (negras), ya que puede contener mayormente mezcla de tierra, polvo, hojas, plásticos, agua y restos de lubricantes de vehículos. En otoño, con la gran caída de hojas, éstas podrán colocarse en bolsas compostables cuando sean barridas de veredas o calles no pavimentadas, y cuando a simple vista los barrenderos no observen otros residuos mezclados. Por esta razón se recomienda el empleo de cestos barrenderos dobles, para poder diferenciar clasificar en basura o materiales compostables; en la Figura 4.25 se muestra un ejemplo de éstos.

Respecto al mantenimiento de espacios verdes, ya sea mediante barrido, corte de césped o poda (éstos 2 últimos se indicaron en la sección “Restos de poda pública”, en la página 89), el producido se colocará en bolsas compostables si no se observaran otros residuos mezclados (como plásticos o papeles); en el caso de observarse otros tipos de residuos mezclados, se colocarán en bolsas de basura (negras).

Cuando se trate de poda y corte de césped de espacios verdes, las bolsas compostables serán colocadas sobre el cordón de la vereda, como se indicó anteriormente (ya que serán recolectadas específicamente por camiones volcadores o camionetas pick-up. En cambio, las bolsas resultantes del barrido de calles, veredas y espacios verdes serán colocadas en cestos comunitarios (si los hubiera en dicha cuadra) o sobre el cordón de la vereda, y luego serán recolectadas por el servicio de recolección de RSD correspondiente.



Figura 4.25: Ejemplo de cesto barrendero doble, para la separación del producido de barrido. Fuente: Zuma-Distribuidores de contenedores de basura.

A los barrenderos y encargados del mantenimiento de espacios verdes se los capacitará en las tareas y se les proporcionarán Elementos de Protección Personal (EPP) y vestimenta: zapatillas cómodas con suela antideslizante, pantalón largo, guantes de jardinería y gafas de seguridad (estos últimos para el corte de césped).

4.1.5. RAEEs, NFU y AVU

Como se indicó en el diagnóstico, ya existe la iniciativa y principios de gestión de estos residuos; aquí se propone intensificar y optimizar dicha gestión de base.

❖ RAEEs

Habrán dos sitios para la recepción de estos residuos: la oficina de medio ambiente y la planta de clasificación. Además existirá la posibilidad de que el generador coordine el retiro del aparato por su domicilio, en caso de que no pueda llevarlo a estos puntos; para ello deberá comunicarse con la oficina de servicios públicos para que un camión volcador o una camioneta tipo pick-up (dependiendo del tamaño de los aparatos) realice el retiro. El servicio de retiro y de recepción de RAEEs estará vigente y disponible, sin costo, a lo largo de todo el año, a diferencia de lo que ocurre actualmente (sólo recepción, durante un mes al año).

Los aparatos retirados por los domicilios y los recibidos en la oficina de medio ambiente serán transportados a la planta de clasificación, donde se realizará el acopio de los mismos (de forma ordenada, aprovechando eficientemente el espacio y dejando pasillos de paso de 1 metro de ancho). Habrá un sector de la planta preparado para el acopio de RAEEs, con techo

de chapa y suelo hormigonado, para evitar la percolación de líquidos que pudieran desprenderse de los residuos. Éste tendrá alrededor de 100 m². En el plano PCa (página 303) se muestra el diseño de la planta de clasificación, donde se puede ver la ubicación de este sector dentro de la misma.

Se permitirá que comercios que se dediquen a la reparación de aparatos eléctricos y electrónicos puedan acercarse a la planta y retirar los RAEEs que deseen para repararlos y/o recuperar piezas útiles, sin costo alguno para ellos. Esto permitirá la reutilización de equipos y piezas, reducir el volumen de residuos a tratar y contribuir a la economía de comercios locales.

Cuando se observe que el sector de acopio se haya ocupado en más del 70% de su capacidad, se contactará a la empresa que se ocupa actualmente del tratamiento (u otra empresa habilitada para ello) para coordinar la entrega de los mismos. En la entrega, el municipio exigirá un certificado de tratamiento por el volumen o peso aproximado de los residuos.

❖ **NFU**

Habrà dos sitios para la recepción de neumáticos fuera de uso: la oficina de medio ambiente y la planta de clasificación. Además, las gomerías podrán comunicarse con la oficina de servicios públicos para solicitar su retiro con un camión volcador, cuando tengan una cantidad acumulada que lo justifique. Este servicio estará vigente durante todo el año.

El sitio de acopio será la planta de clasificación, donde habrá un sector techado para colocar los neumáticos apilados, evitando la acumulación de agua en su interior (no es necesario impermeabilizar el suelo, puede ser suelo natural). Este sector tendrá un área aproximada de 50 m², y servirá también para el acopio de NFU del municipio de Villa Pehuenia-Moquehue. Según lo expresado por el municipio, la generación de estos residuos no es muy significativa en la zona, por lo que se cree que este espacio será suficiente.

Se permitirá que vecinos, escuelas y talleres (de arte, por ejemplo) puedan retirar neumáticos de la planta (coordinando previamente con la oficina de medio ambiente) para diversas aplicaciones, y también podrán utilizarse como macetas en la planta de clasificación misma. En la Figura 4.26 se muestran ejemplos de estos usos.

Los neumáticos que no fueran reutilizados serán enviados a tratar por el gobierno de la provincia de Neuquén una vez al año, manteniendo esta parte de la gestión de la misma manera que en la actualidad.



Figura 4.26: Ejemplos de reutilización de neumáticos fuera de uso. Fuente: CasaDecorar y Pinterest.

❖ AVU

Se hará hincapié en el aceite vegetal usado generado por los comercios gastronómicos, pero se incentivará a que sea juntado en todos los domicilios.

El municipio adquirirá bidones de 5 litros con boca ancha y tapa a rosca, y los distribuirá sin costo a todos los comercios gastronómicos. Según el registro municipal existen 15 comercios de este tipo, y se entregarán 3 bidones a cada uno. Los comercios deberán entregar los bidones llenos de AVU en la oficina de medio ambiente, y retirarán bidones vacíos. Se vaciará el AVU luego en el bin de 1000 litros que se encuentra en la planta de clasificación para su acopio, y los bidones vacíos quedarán en condiciones de ser reutilizados nuevamente por los comercios.

Se fomentará la costumbre de guardar el AVU generado en los domicilios, en recipientes con tapa a rosca (bidones, botellas, etc.), y se recibirán en la oficina de medio ambiente para luego ser llevados a la planta de clasificación y descargados allí. Luego los recipientes vacíos podrán ser reutilizados, o ser gestionados como reciclables o como basura, dependiendo de sus características.

El AVU acopiado en la planta de clasificación se donará a la escuela secundaria agrotécnica Sagrada Familia, que en conjunto con la empresa Bucalemu y el municipio de Aluminé están comenzando a producir biodiesel a partir de aceite vegetal usado (Gonzales, 2018); si no fuera aprovechado de esta manera, será retirado y gestionado por el gobierno provincial, como ocurre en la actualidad.

4.1.6. Voluminosos

El mobiliario y los artefactos no eléctricos que sean descartados serán gestionados de la siguiente manera:

- a) Generación y disposición inicial:

Cada generador deberá contactarse con la oficina de servicios públicos de la municipalidad para coordinar el día y el horario aproximado para el retiro de los voluminosos. La comunicación podrá ser llamando por teléfono o presentándose personalmente en la oficina. El momento de retiro será propuesto por el generador, pero estará sujeto a la disponibilidad de días y horarios de recolección del servicio. La oficina de servicios públicos intentará coordinar los retiros buscando minimizar el consumo de combustible, por lo que los agrupará en base a su ubicación geográfica, en la medida de lo posible, pero no podrá postergar el retiro más de 1 semana respecto de la fecha planteada por el generador.

El generador dispondrá los voluminosos sin embolsar o en una bolsa abierta, junto al cesto domiciliario. En caso de presentarse una situación imprevista que impida la recolección (condiciones meteorológicas adversas, por ejemplo), la oficina de servicios públicos deberá comunicarse con el generador, con la mayor antelación posible para postergar el retiro de los voluminosos, solicitándole que no los disponga en la vía pública hasta ese entonces.

b) Recolección y transporte::

La recolección se realizará con un camión con caja volcadora (preferentemente que sea a partir de 8 m³ de capacidad y que posea sistema de almeja o garra-pulpo hidráulica integrada, para facilitar la carga de artefactos pesados), que tendrá un chofer y dos operarios cargadores. El camión deberá realizar el recorrido planificado por los domicilios, y transportará lo recolectado hasta la planta de clasificación (esto lo hará cuando se llene la caja del camión y cuando se complete el recorrido). El camión se guardará en la base operativa municipal (donde también se encuentra la oficina de servicios públicos), y allí el chofer y los operarios deberán firmar el registro al comenzar y al finalizar la jornada de recolección. Los días disponibles para la recolección de voluminosos serán lunes a sábados, en la franja horaria de 8 a 15 hs, pero probablemente sea un servicio con demanda intermitente. El servicio no se le cobrará al generador, independientemente de la frecuencia de uso.

Se cree que contar con un camión será suficiente, pudiendo éste también utilizarse para otros servicios.

Se proveerá una capacitación completa en el sistema de gestión de residuos y en higiene y seguridad a los recolectores, y se les proporcionarán Elementos de Protección Personal (EPP) y vestimenta, controlando su correcto uso: zapatos de seguridad cómodos para la tarea de recolección, pantalón largo con franjas reflectantes, chaleco reflectante (que siempre deberá colocarse por encima de la ropa

que se posea en el torso), guantes anti-corte y guantes de jardinería (los operarios decidirán qué guantes prefieren utilizar, según su comodidad).

c) Tratamiento / disposición final:

En la planta de clasificación habrá un sector de aproximadamente 50 m² para la descarga y el almacenamiento temporal de los voluminosos. Se registrarán y fotografiarán los productos allí almacenados, indicando su estado y características generales. Esta información la analizará la oficina de servicios públicos, y se estudiarán posibilidades de reutilización, reacondicionamiento y/o reciclado de los mismos (o componentes de ellos) en la planta de clasificación. En caso de que dicha oficina no halle factibles estas posibilidades, publicará los productos en la página web del municipio, y comercios o vecinos interesados en ellos podrán solicitarlos de manera gratuita. Si luego de 2 meses no se encontrara otro destino, podrá tomarse la decisión de llevarlos a disposición final al relleno sanitario.

4.1.7. Lámparas, tubos de iluminación, pilas y baterías

Estos residuos no son gestionados junto con los RAEEs debido a la gran dificultad de ser reciclados y a los componentes especiales que presentan. Por esta razón serán recibidos en la planta de clasificación y en la oficina de medio ambiente, donde deberán ser colocados, con precaución de no romperse, en contenedores plásticos industriales con tapa, que retendrán cualquier partícula o fluido que pudiera generarse por rotura. Si un generador tuviera una cantidad significativa de estos residuos para desechar, podrá comunicarse con la oficina de medio ambiente para coordinar su retiro. En caso de que algún vecino notara la rotura de uno de estos residuos cuando los colocara en los contenedores, deberá avisarlo en la oficina de medio ambiente o la planta de clasificación.

Se acopiarán estos residuos en los contenedores plásticos en la planta de clasificación, y se contratará a una empresa habilitada para el transporte, tratamiento y disposición final de ellos.

4.1.8. Residuos patógenos

Como se indicó en el diagnóstico, los residuos patógenos generados por los centros de salud provinciales son gestionados por el gobierno provincial (lo cual no se discutirá ni tratará en este proyecto, ya que depende exclusivamente de la provincia), y los generados por

privados son recolectados una vez por mes por la empresa CLIBA (coordinado por el municipio) desde el matadero municipal, que funciona como sitio de acopio.

La gestión actual de los residuos patógenos generados por privados supone 3 problemas principales:

- El transporte desde los sitios de generación hasta el sitio de acopio lo realiza cada privado, sin control alguno.
- El acopio se realiza sin refrigeración y puede ser hasta por un período de un mes, con la potencialidad infecciosa y la generación de olores que ello implica.
- En base a la experiencia, es común que una fracción importante de los residuos patógenos generados por comercios privados sean dispuestos y gestionados como RSD. En estos casos, donde el control es prácticamente inexistente y el transporte hasta el sitio de acopio debe hacerlo cada comercio, es muy probable que una fracción importante de los residuos patógenos estén siendo gestionados de forma mezclada con los RSD.

Debido a esto, se proponen 2 alternativas a la gestión actual de los residuos patógenos de privados:

- Acordar con el gobierno provincial el retiro de residuos patógenos por el domicilio de cada generador, brindando un correcto transporte y tratamiento. El retiro se realizaría los días en que habitualmente se retiran los residuos patógenos de los centros de salud provinciales, reduciéndose ampliamente los costos de transporte.
- Contratar el retiro de residuos patógenos mediante la empresa CLIBA (u otra empresa habilitada) por el domicilio de cada generador, con una frecuencia mínima de una vez por semana.

Es deseable que la coordinación de la gestión la siga llevando el municipio, para facilitar el control de la misma. Inevitablemente los costos van a aumentar debido a que aumentaría la frecuencia y la cantidad de puntos de retiro, por lo que debería aumentar el precio a cobrar a los comercios por el servicio. Se buscará cobrar una tasa fija por el servicio, sin depender de la cantidad generada por cada uno; podría estar dada según la superficie ocupada por el sector donde se generan los residuos patógenos de cada comercio y por el rubro.

En el registro municipal se encontraron 8 comercios que requerirían retiro de residuos patógenos: 2 centros de consultorios médicos privados, 3 veterinarias, 2 farmacias y 1 centro de belleza.

4.1.9. Residuos especiales

Se propone centralizar en el municipio (Subsecretaría de Producción y Ambiente) la coordinación del retiro de residuos especiales por los comercios generadores y su posterior tratamiento.

Como se indicó en el diagnóstico, existe un convenio firmado entre el municipio y Vialidad Provincial para el retiro y tratamiento de los residuos especiales del lubricentro. Se proponen las siguientes alternativas: se podría ampliar el convenio con Vialidad Provincial para que se realice el retiro de residuos especiales también por los talleres mecánicos y otros comercios generadores, o firmar un convenio con YPF para que lo haga el transportista que retira los residuos especiales de la estación de servicio de Aluminé. También se podría acordar con el lubricentro una reducción en los impuestos municipales si recibiera residuos de lubricantes de vecinos de Aluminé en su depósito de residuos especiales, para gestionarlos junto con los suyos; de esta manera se minimizaría la mezcla de residuos con características especiales generados en viviendas con los RSD.

Otros residuos especiales de importancia son los medicamentos y productos farmacéuticos vencidos o inutilizados, que habitualmente se gestionan junto con los RSD. Las farmacias y veterinarias deberán separar y acopiar estos residuos en sus comercios; además habrá un contenedor plástico en el interior de la oficina de medio ambiente (bajo control, para evitar cualquier intoxicación o hurto) donde se recibirán estos residuos, para que los vecinos puedan acercarlos y no los mezclen con los RSD. Luego se coordinará el retiro de todos estos residuos con la empresa CLIBA (u otra empresa habilitada); se cree que un retiro por mes será suficiente, y podrá coincidir con un retiro de residuos patógenos para reducir los costos de transporte.

4.1.10. Campaña de comunicación

Como es de público conocimiento, la cultura y las costumbres son determinantes en la gestión de residuos sólidos urbanos. El sistema de gestión propuesto en el presente proyecto depende fuertemente de la separación en origen de los residuos generados, con lo cual su buen funcionamiento requiere de la adecuación de los hábitos de los vecinos, comerciantes y turistas, además, por supuesto, de las correctas labores de los trabajadores del sistema.

En base a conocimientos y experiencias adquiridas, a continuación se plantea una serie de ideas y premisas, en lo que respecta a la comunicación hacia la población, que sería recomendable llevar adelante y aplicar, para favorecer y fortalecer el sistema integral de gestión:

- Construir una sección, dentro de la página web del municipio, donde se desarrolle toda la información para la comunidad respecto a la gestión de residuos, de manera que sea amigable visualmente, intuitivo y mediante el empleo de un lenguaje sencillo. Aquí se cargarán:
 - Metodología de separación y disposición inicial de RSD. Incluir un listado de ejemplos de cada tipo. Convencer a la población para que separe en origen, explicando los beneficios que esto le trae a la comunidad: devolución de compost, leña, materiales para la fabricación e instalación de mesas, juegos, bancos, etc. en los espacios públicos, trabajo local, disminución del impacto ambiental negativo de los residuos, entre otros. Además indicar que el sistema de gestión de residuos implementado contribuye a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, en concordancia con la adhesión de Aluminé y Villa Pehuenia-Moquehue a la Red Argentina de Municipios frente al Cambio Climático.
 - Promoción de los kits autoarmables de cestos domiciliarios fabricados con materiales reciclados.
 - Días y horarios de disposición inicial y de recolección de cada tipo de RSD.
 - Información para la gestión de restos de poda y áridos.
 - Información básica para la gestión de RSUnD y residuos de lubricantes y productos farmacéuticos.
 - Actualizaciones, noticias y novedades respecto a la gestión de residuos (tal como mejoras realizadas en el sistema, con los beneficios ambientales y sociales que genera, charlas informativas, jornadas de concientización, suspensiones en el servicio de recolección debido a condiciones meteorológicas desfavorables, etc.).
 - Información de contacto de las oficinas de medio ambiente y de servicios públicos, para consultas y solicitud de servicios.
 - Ideas para la reutilización de distintos materiales en el hogar.
 - Explicación sobre las ventajas del compostaje domiciliario, un tutorial y los usos posibles del producto para quienes deseen realizarlo (aclarando que igualmente existe la recolección de materiales compostables para su posterior compostaje en la planta municipal).
 - Ofrecimiento de compost y leña de forma gratuita a los vecinos, informando los medios y sitios de entrega de los mismos.
 - Ofrecimiento de voluminosos, para los comercios y/o vecinos interesados en reutilizarlos o reacondicionarlos.
 - Un mapa con las sub-rutas de recolección de RSD.

- Un mapa con las ubicaciones de cestos y contenedores públicos, geolocalizados en la plataforma de Google Maps, indicando los usos de cada uno.
- Extender la campaña de comunicación a las redes sociales (Facebook, Instagram y Twitter del municipio), haciendo publicaciones periódicas, de manera gráfica y llamativa, que faciliten la llegada a la comunidad. Evaluar la posibilidad de crear una aplicación para teléfonos móviles que facilite a los usuarios (habitantes y turistas) el manejo, la separación y la disposición inicial de los residuos que generan.
- Incluir spots comunicativos en las radios locales, a la vez que se podrían coordinar entrevistas para los locutores con personal del sistema de gestión de residuos, para explicar los cambios y mejoras introducidas y responder inquietudes.
- Diseñar e imprimir carteles para pegar en las carteleras de los edificios públicos y escuelas, en los cestos y contenedores públicos, en la terminal de ómnibus, en las carrocerías de los vehículos de gestión de residuos (ploteos) y en espacios publicitarios de la vía pública. Insistir en el deber de no tirar residuos ni colillas de cigarrillo en el suelo, y guardarlos hasta encontrar cestos; incluir, en los carteles de la vía pública, un mapa con las ubicaciones de cestos y contenedores públicos, y también podrán encontrarse en la plataforma de Google Maps.
- Diseñar e imprimir folletos informativos para entregar a los vecinos junto con la factura del impuesto municipal y a través de concientizadores ambientales, y para entregar a los turistas en las oficinas de atención al visitante y en las agencias de viajes y prestadoras de servicios turísticos.
- Diseñar e imprimir imanes para heladera para repartir a los vecinos, donde se indicarán los días y horarios de disposición inicial y de recolección de cada tipo de RSD, y se colocarán los teléfonos de las oficinas de medio ambiente y de servicios públicos para realizar consultas y/o reclamos y solicitar algún servicio asociado a RSUnD.
- Hacer hincapié en tratar a los reciclables y compostables como “materiales”, y no como “residuos”, buscando transformar el paradigma actual en uno que conciba a la economía circular como eje central del desarrollo. En la redacción de este proyecto constantemente se intentó evitar el uso de la palabra “residuo” cuando a éste se le puede dar un destino diferente a la disposición final en relleno sanitario, pero en ciertos casos se mantuvieron las nomenclaturas habituales (como RSD o RSU) para no discernir con la normativa aplicable.

- Se debe intentar promover y difundir la reutilización de los materiales que habitualmente se consideran residuos, en la medida de lo posible, resaltando sus beneficios ambientales. Se podrán cargar ideas y tutoriales de reutilización en la página web del municipio, permitiendo que vecinos también compartan las propias.
- Contratar personas cuyas tareas serán las de “concientizadores ambientales”: recorrerán el municipio (pasando por los domicilios y recorriendo los espacios públicos) informando sobre la correcta gestión de residuos y distribuyendo los folletos e imanes (en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires se aplica actualmente una modalidad similar de comunicación). Se deben incluir capacitaciones integrales (abarcando un marco teórico amplio sobre las problemáticas comunes asociadas a los residuos y los beneficios ambientales y sociales del sistema implementado) que les permitirán brindar respuestas a las inquietudes de los vecinos, y se otorgarán certificados de capacitación. Los concientizadores ambientales también informarán a los vecinos que, ante cualquier duda o consulta que pudiera surgirles luego, podrán ingresar a la página web del municipio o comunicarse por teléfono o mail con la oficina de medio ambiente.
- Incluir difusión del sistema de gestión de residuos y modalidad de separación de los mismos en cada lugar de trabajo de los empleados municipales, en los establecimientos educativos (acordándolo previamente con el Ministerio de Educación de la provincia) y en los clubes deportivos locales. Se pueden realizar jornadas educativas-recreativas de temática ambiental y de gestión de residuos.
- Aprovechar las fiestas y eventos locales para la promoción y difusión del sistema de gestión de residuos implementado, a la vez de distribuir bolsas de compost y leña producidos en la planta municipal.
- Se propone el slogan “SEPARAR – MEJORAR – CRECER” para la identificación y promoción del sistema de gestión. En lo que respecta al diseño gráfico de la campaña de comunicación, podría ubicarse cada palabra en una pieza de rompecabezas y encadenarlas, en un sistema de conjuntos y subconjuntos o en un tipo de diagrama de flujo. Se debe buscar la manera de traducir estas palabras en dibujos, para alcanzar a aquellas personas que no sepan leer (Allasia, 2013).
- Solicitar al Ministerio de Educación de la provincia la inclusión de contenidos ambientales en el programa de al menos una asignatura en cada uno de los cursos de la escuela primaria y secundaria (previas capacitaciones docentes). Además se buscarán realizar jornadas de sensibilización y charlas con alumnos, docentes y directivos.

- Organizar y realizar visitas guiadas a las distintas instalaciones del sistema de gestión de residuos (planta de clasificación, planta de compost y restos de poda, relleno sanitario, base operativa, oficina de medio ambiente) para instituciones educativas y público interesado, para comunicar de forma presencial y directa, y fortalecer los beneficios del proyecto, ya que en muchas ocasiones la población no cree o no confía en ellos porque no los experimenta (Allasia, 2013).
- Ofrecer talleres de capacitación en materia ambiental y del sistema de gestión para periodistas, prestadores de servicios turísticos y público interesado, con un costo bajo o de manera gratuita, y con entrega de certificados.
- Incluir en la página web, en la folletería y carteles y en los spots radiales, información para la población rural que viva dentro del ejido municipal pero no tenga servicio de recolección: se explicará el funcionamiento del sistema de contenedores públicos y se brindará el teléfono de la oficina de medio ambiente para consultas acerca de cómo gestionar los RSUnD.
- Recibir y analizar sugerencias de la población respecto al sistema de gestión, para posibles futuras mejoras. Se pueden recibir en forma física en la oficina de medio ambiente, mediante correo electrónico o teléfono a dicha oficina o durante las jornadas educativas, visitas guiadas, etc.
- Reforzar la campaña de comunicación en temporada turística alta, incluyendo información en los folletos turísticos, en los puntos de atención al visitante y sumando concientizadores ambientales en los ingresos a la localidad y en los espacios públicos.
- Organizar competencias deportivas (un buen ejemplo es una maratón, que suele atraer a mucha gente), con las insignias de proteger el medio ambiente y cuidar la salud. Sería una forma sumamente útil para obtener la atención de la comunidad y el entorno, visibilizar y difundir información ambiental y sobre el sistema de gestión de residuos, a la vez que se promocionaría la realización de actividad física para los vecinos, en concordancia con el Programa Nacional de Ciudades, Municipios y Comunidades Saludables, del que forman parte Aluminé y Villa Pehuenia-Moquehue (según estadísticas del municipio, existe una alta tasa de enfermedades crónicas no transmisibles en la población local, y por ello adhirieron a este programa que busca, entre otras cosas, promover y fortalecer el desarrollo de políticas de promoción de la salud y prevención de enfermedades). Por supuesto, también se debe incluir la difusión del sistema de gestión de residuos en las competencias deportivas que se realicen en la zona (tal como rafting).
- Organizar y realizar campañas de limpieza, centrándose en los sitios donde habitualmente se generan puntos de arrojado y acumulación de residuos:

- Avisar en los medios de comunicación locales (radios, periódicos) y a través de la página web y redes sociales del municipio que se van a realizar operativos de limpieza de microbasurales y puntos de arroj de residuos en los distintos puntos/barrios del municipio, e indicar que está prohibido arrojar basura en la vía pública o terrenos baldíos y los problemas que la acumulación de basura conlleva.
- Hablar con los vecinos de las viviendas cercanas a los puntos de acumulación de residuos y consultarles si saben por qué se forman. Explicarles que se va a dejar limpio y restaurado el sitio, y solicitarles que, ante cualquier indicio de arroj de basura, se comuniquen con la oficina de medio ambiente para informarlo.
- Limpiar el sitio de arroj de residuos, en lo posible "parquizarlo" y plantar plantas nativas, y colocar cartelera indicando que es un sitio que se limpió y saneó, que está prohibido arrojar basura y que ante cualquier duda o reclamo los vecinos pueden comunicarse con la oficina de medio ambiente del municipio. Se pueden colocar frases que ayuden a fortalecer la campaña (se propone la frase "Entre todos mantengamos limpio Aluminé").
- Realizar controles en forma semanal por los sitios donde se limpiaron los microbasurales y puntos de arroj de residuos, para poder hacer un seguimiento y evitar que se vuelvan a formar.

4.1.11. Fiscalización del sistema y atención al vecino

Durante los primeros meses de implementación del sistema deberá haber, al menos, dos personas (que dependan de la municipalidad) que se encarguen de monitorear la adecuada disposición inicial de residuos por parte de viviendas, comercios y peatones, y de controlar el servicio de recolección y transporte de RSU (estas personas se identificarán como inspectores ambientales). En caso de observar la presencia de residuos dispuestos en la vereda o en la calle, se comunicarán con la oficina de servicios públicos para que se encargue del retiro. La tarea incluirá también la apertura de algunas bolsas de residuos de manera diaria, para verificar la correcta separación en origen y la correspondencia del día de la semana con el tipo de RSD dispuesto. No se propone un examen riguroso ni estadístico al respecto, debido a la

complejidad y al costo que ello conllevaría para el municipio, pero estos controles permitirán a la municipalidad llevar adelante acciones para corregir las fallas, tanto de manera directa (hablando con el generador e imponiendo apercibimientos/sanciones) como indirecta (reforzar y/o modificar la campaña de comunicación). Los inspectores ambientales dispondrán de vehículo para trasladarse y recorrer el municipio, tendrán vestimenta que los identifique y guantes (pueden ser anti-corte, de jardinería y/o de nitrilo) para su protección.

Pasados los primeros meses, la fiscalización podría hacerse de forma esporádica, sin requerir personal que se dedique exclusivamente a dicha tarea (dependerá de la evaluación resultante de los informes brindados por los inspectores). La fiscalización se reforzará durante los meses de temporada turística alta, centrándose en el control de espacios públicos, sitios turísticos, playas y establecimientos de alojamiento turístico.

Se realizará un control en gabinete de los recorridos realizados por los vehículos afectados al sistema de gestión de residuos, permitiendo verificar el cumplimiento de las tareas y realizar posibles futuras optimizaciones en el sistema. Este control se puede hacer equipando con sistemas GPS a los vehículos y comprando un software especializado de seguimiento satelital, pero se sugiere (ya que la flota de vehículos es relativamente pequeña) comenzar utilizando teléfonos celulares, colocándolos en la cabina de los vehículos, activando su geoposicionamiento y compartiendo su posición geográfica mediante aplicaciones gratuitas. De esta manera, se podrá controlar de forma centralizada el recorrido de los vehículos por un costo prácticamente nulo, y se reducirá la posibilidad de que los choferes realicen recorridos indebidos y/o incompletos.

Además, cuando los operarios recolectores de RSD detecten alguna anomalía en las bolsas a recolectar o en la forma de disposición inicial, deberán avisar al chofer para que deje registrado en una planilla el domicilio o la cuadra donde se detectó la anomalía, para luego informarlo a la oficina de servicios públicos. Posteriormente esto será inspeccionado por personal municipal y deberá consultarse a los vecinos acerca de ello, pudiendo continuarse con apercibimientos y multas.

Se recomienda analizar algún tipo de penalización o apercibimiento para aplicar a los vecinos y turistas que se detecten arrojando residuos al suelo o dejando residuos en sitios turísticos o espacios públicos donde no esté permitido.

Por otro lado, en lo que respecta a la atención al vecino, habrá canales de comunicación constantes para que se puedan realizar consultas, reclamos, sugerencias, avisos y solicitud de servicios: teléfonos y correos electrónicos de las oficinas de medio ambiente y de servicios públicos, redes sociales y recepción en forma personal en la oficina de medio ambiente. Todas las comunicaciones con los vecinos se registrarán en una planilla informática o un software de gestión de reclamos con un número identificador, que permitirá dar seguimiento, resolución y

respuesta a los vecinos (también servirá para la gestión interna de cuestiones a controlar y resolver).

4.1.12. Organización y distribución de tareas

En la actualidad, las áreas municipales relacionadas con la higiene urbana y la gestión de residuos se encuentran organizadas según la siguiente porción del organigrama municipal (Figura 4.27):

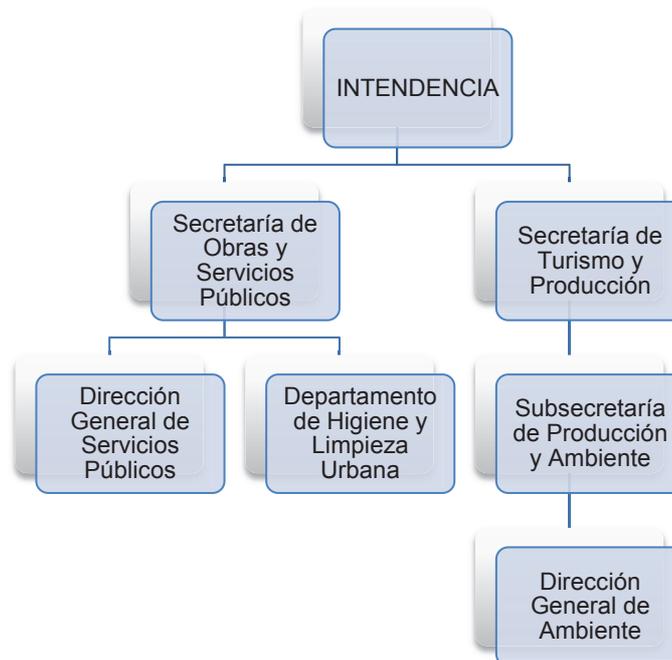


Figura 4.27: Fracción del organigrama municipal actual de Aluminé que incluye a las áreas encargadas relacionadas con la higiene urbana y la gestión de residuos.

Se propone realizar algunas ligeras modificaciones en este sector del organigrama municipal, para optimizar el funcionamiento del sistema de gestión de residuos; en la Figura 4.28 se muestra el organigrama sugerido en lo que refiere a higiene urbana y gestión de residuos:

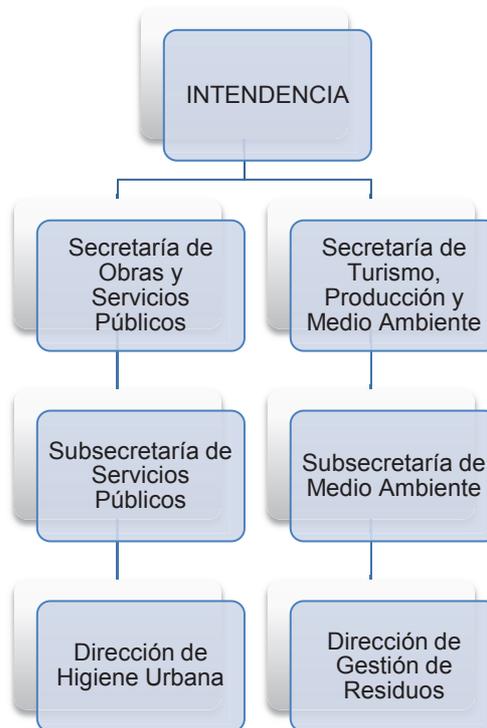


Figura 4.28: Organigrama municipal sugerido para el funcionamiento de la higiene urbana y la gestión de residuos en Aluminé.

En este nuevo organigrama se puede observar que las áreas de servicios públicos y de medio ambiente tienen categoría de Subsecretaría, dándole mayor relevancia a cada una por separado e igualando sus categorías entre sí para permitir una relación más directa, sencilla y fluida para acordar las tareas que las relacionan (lo mismo ocurre con las áreas de higiene urbana y de gestión de residuos, que dependen directamente de ellas). La Dirección de Higiene Urbana deberá encargarse de los servicios de barrido, limpieza, poda pública, mantenimiento de espacios verdes, y recolección y transporte de residuos, y la Dirección de Gestión de Residuos se encargará de la coordinación general del sistema de gestión y de realizar todas las tareas concernientes a la campaña de comunicación, fiscalización, atención al vecino, y tratamiento y disposición final de residuos.

Los trabajadores que se requerirán, específicamente en lo que respecta a gestión de residuos, en el sistema de gestión diseñado son los siguientes:

- Dirección de Higiene Urbana: 1 funcionario y 1 administrativo
- Dirección de Gestión de Residuos: 1 funcionario y 2 administrativos
- Recolección y transporte de RSD: 1 chofer y 4 operarios, más 1 chofer para los días sábados (que puede ser de los pertenecientes a la recolección de RSUnD)

- Recolección y transporte de RSUnD: 2 choferes y 4 operarios para los camiones volcadores, y 1 chofer para el camión volquetero
- Planta de compost y restos de poda de Aluminé: 7 personas
- Fiscalización: 1 o 2 personas
- Concientizadores: 2 personas con contratos temporales
- Personal de barrido y limpieza: se continuará con el personal existente, en un principio, o se analizarán las incorporaciones que el municipio considere necesarias.
- Planta de clasificación y Relleno sanitario: se indican más adelante en las secciones respectivas.

Además el municipio deberá decidir qué tareas del sistema de gestión de residuos llevará adelante con personal municipal y cuáles con la cooperativa “Los Amigos del Pueblo”. Se sugiere que la cooperativa se ocupe de todas las tareas dentro de la planta de clasificación, quedando todo el resto de tareas a cargo del municipio. Igualmente, la Dirección de Gestión de Residuos debería realizar visitas periódicas a la planta de clasificación para verificar su correcto funcionamiento y el cumplimiento de las tareas acordadas con la cooperativa.

4.2. Gestión de residuos en el municipio de Villa Pehuenia-Moquehue

Se presenta el sistema de gestión integral de residuos propuesto para el municipio de Villa Pehuenia-Moquehue, organizado en una serie de secciones para los distintos tipos de residuos que se generan y para acciones que complementan la gestión de los mismos. La organización y el funcionamiento del sistema son los mismos que los que se plantearon para el municipio de Aluminé, pero se debieron adaptar diversos contenidos y tareas a las características propias del municipio.

4.2.1. Residuos Sólidos Domiciliarios

Los RSD serán gestionados por cada generador (etapas de generación, separación en origen y disposición inicial), por el municipio de Villa Pehuenia-Moquehue y la cooperativa “Los Amigos del Pueblo Ltda” (etapas de recolección, transporte y tratamiento), y por los municipios de Aluminé y Villa Pehuenia-Moquehue (disposición final).

Quedan excluidos de este tipo de gestión los generadores de residuos especiales y los establecimientos públicos y privados y las personas físicas y jurídicas generadoras de residuos patógenos, de acuerdo a la ley provincial 1.875 con sus normas modificatorias y regulatorias.

4.2.1.1. Generación, Separación en origen y Disposición inicial

Los RSD se clasifican en las mismas 3 corrientes de generación que en el municipio de Aluminé: “materiales compostables”, “materiales reciclables” y “basura” (ver página 49).

4.2.1.1.1. Generación

Se calcularon las poblaciones estimativas para los años 2018 a 2038 para el ejido municipal de Villa Pehuenia-Moquehue (ver Anexo – página 241). Se utilizó como población inicial 8.000 habitantes en 2016, dato brindado por la municipalidad en base a un censo que ella realizó dicho año (durante estas encuestas muchas personas expresaron al municipio que en el censo del año 2010 del INDEC sus viviendas no habían sido censadas). Se obtuvieron las proyecciones de población indicadas en la Figura 4.29:

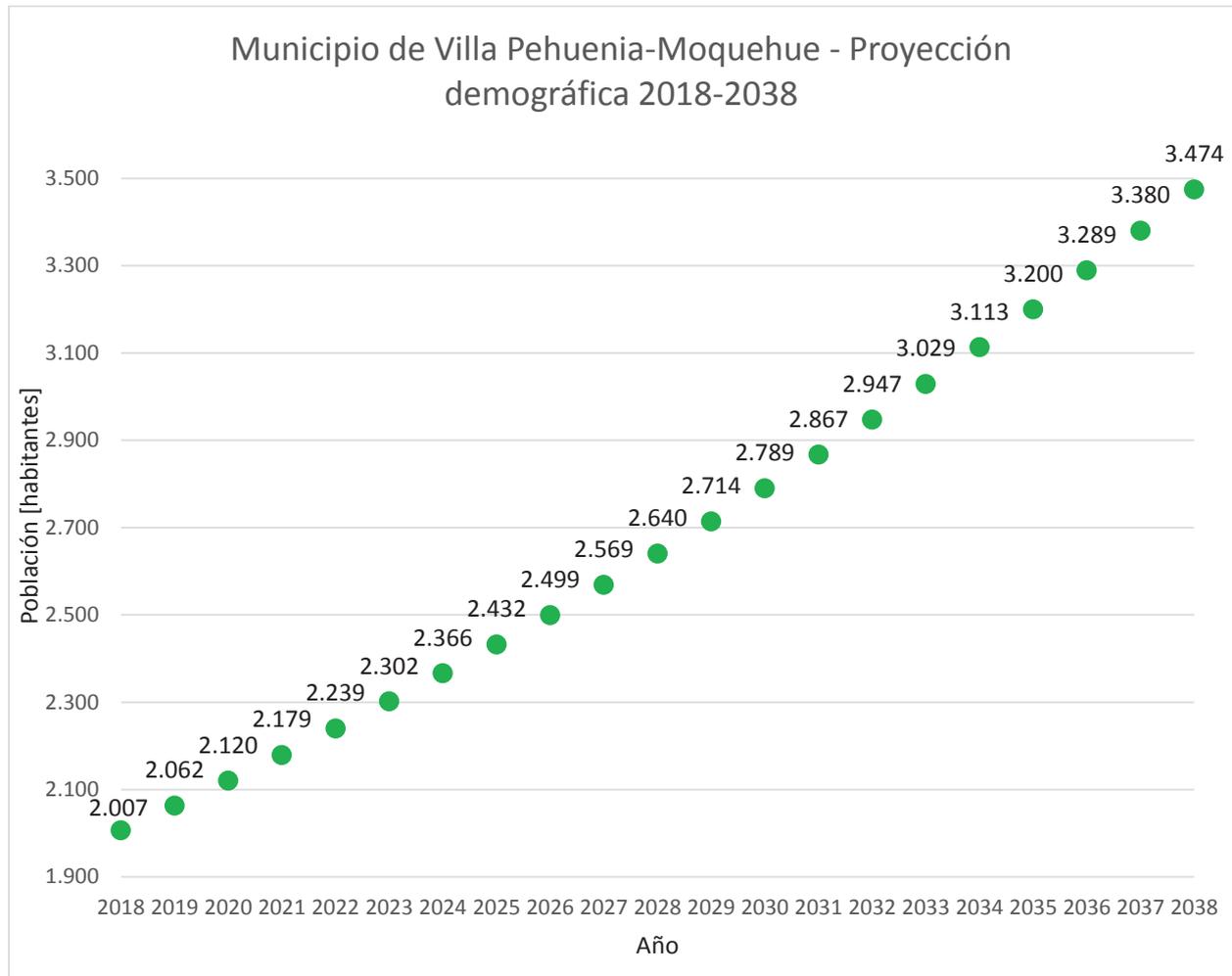


Figura 4.29: Proyección demográfica para el ejido municipal de Villa Pehuenia-Moquehue para los años 2018-2038, mediante la aplicación del método exponencial. Fuente: Producción propia.

Se estimó la actividad turística en los distintos meses hasta el año 2038 (ver Anexo – página 243). Para ello se tomaron los datos existentes de los años 2010 a 2016 de factores de ocupación de plazas turísticas en cada mes, las variaciones interanuales de plazas turísticas ofrecidas y la cantidad de plazas ofrecidas en Villa Pehuenia-Moquehue (Subsecretaría de Turismo de la provincia de Neuquén, 2016). De esta manera se calcularon los promedios de pernóctes diarios en cada mes de los años 2018 a 2038 (Tabla 4.10):

Tabla 4.10: Estimación de promedios de pernóctes diarios en cada mes para los años 2018-2038 en Villa Pehuenia-Moquehue. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la Subsecretaría de Turismo de la provincia de Neuquén.

Promedio de pernóctes diarios	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Enero	1534	1664	1806	1959	2126	2306	2502	2715	2946	3196	3468
Febrero	1367	1483	1609	1746	1894	2055	2230	2420	2625	2849	3091
Marzo	818	888	964	1045	1134	1231	1335	1449	1572	1706	1851
Abril	484	526	570	619	671	728	790	858	930	1010	1095
Mayo	188	204	222	241	261	283	307	334	362	393	426
Junio	254	276	299	325	353	383	415	450	489	530	575
Julio	1151	1248	1354	1470	1594	1730	1877	2037	2210	2398	2601
Agosto	774	840	912	989	1073	1164	1263	1371	1487	1614	1751
Septiembre	409	444	482	523	567	615	667	724	786	852	925
Octubre	360	391	424	460	499	542	588	638	692	751	814
Noviembre	444	482	522	567	615	667	724	786	852	925	1003
Diciembre	614	667	723	785	851	924	1002	1087	1180	1280	1389
Promedio de pernóctes diarios	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	
Enero	3763	4082	4429	4806	5214	5658	6139	6660	7226	7841	
Febrero	3353	3638	3948	4283	4647	5042	5471	5936	6441	6988	
Marzo	2008	2178	2364	2565	2783	3019	3276	3554	3856	4184	
Abril	1189	1290	1399	1518	1647	1787	1939	2104	2283	2477	
Mayo	462	502	544	590	641	695	754	818	888	963	
Junio	624	677	735	797	865	938	1018	1105	1199	1300	
Julio	2822	3062	3323	3605	3912	4244	4605	4996	5421	5882	
Agosto	1900	2061	2236	2426	2633	2856	3099	3363	3648	3959	
Septiembre	1004	1089	1181	1282	1391	1509	1637	1776	1927	2091	
Octubre	884	959	1040	1129	1225	1329	1442	1564	1697	1842	
Noviembre	1089	1181	1282	1391	1509	1637	1776	1927	2091	2269	
Diciembre	1507	1635	1774	1925	2089	2266	2459	2668	2894	3140	

Se tomaron las mismas consideraciones sobre generación per cápita y de turistas que para el municipio de Aluminé (ver sección de Generación en la página 50):

❖ **RSD: 0,65 kg/hab/día**

❖ **RSU: 0,86 kg/hab/día (RSUnD: 0,21 kg/hab/día)**

Al igual que para Aluminé, la generación per cápita de RSD de un turista que pernocta en un establecimiento turístico se considera igual a la de un habitante, y la generación de RSU de los turistas se aproxima igual a la de RSD, despreciando su generación de RSUnD.

Los comercios que funcionan en Villa Pehuenia-Moquehue se presentan en la Tabla 4.11:

Tabla 4.11: Cantidad de comercios por rubro que funcionan en el municipio de Villa Pehuenia-Moquehue. Fuente: Elaboración propia a partir de información publicada por la Municipalidad de Villa Pehuenia-Moquehue, de datos abiertos de Open Street Map y de la observación in situ.

Comercios varios y edificios públicos	Gastronómicos	Supermercados / almacenes	Centros de salud	Veterinarias	Farmacias
72	30	19	1 centro de salud + 2 salas de primeros auxilios + 2 consultorios privados	2	1
Talleres mecánicos	Gomerías	Lubricentros	Estaciones de servicio	Establecimientos Educativos y Turísticos	Otros
1	2	1 (mismo comercio que una de las gomerías)	1	5 Establecimientos educativos, 73 Establecimientos turísticos	2 lavaderos de ropa, 4 corralones, 1 vidriería

Se realizaron las mismas consideraciones también para la generación de residuos en comercios, obteniendo:

- Número total de comercios: 218
- Generación RSD por comercio: 3,25 kg/comercio/día
- Generación RSUnD por comercio: 0,42 kg/comercio/día
- Generación RSU por comercio: 3,67 kg/comercio/día

Resultan entonces los siguientes valores de generación:

- **Generación total RSD de comercios: 709 kg/día**
- **Generación total RSUnD de comercios: 92 kg/día**
- **Generación total RSU de comercios: 800 kg/día**

Respecto a la composición de los residuos, también se tomaron los mismos valores de diseño que para el municipio de Aluminé (ver página 55).

Se calculó entonces la generación de comercios de cada tipo de RSU (utilizando la generación estimada y las proporciones supuestas), que se presenta en la Tabla 4.12:

Tabla 4.12: Generación total de RSU en comercios de Villa Pehuenia-Moquehue empleada en el diseño del sistema de gestión integral. Fuente: Elaboración propia.

Generación total en comercios (kg/día)		
RSD	Materiales RECICLABLES	333,23
	Materiales COMPOSTABLES	304,87
	BASURA	141,80
RSUnD	Restos de poda	55,2
	Áridos	27,6
	Otros*	9,2

*Incluye RAEEs, pilas, baterías, lámparas, tubos de iluminación, aceite vegetal, neumáticos, voluminosos y producido de barrido.

De esta manera, con la proyección demográfica indicada anteriormente y la generación per cápita y de comercios, se proyectó la generación diaria total de cada tipo de RSU, entre habitantes y comercios (Tabla 4.13), sin considerar la generación debida al turismo:

Tabla 4.13: Generación diaria proyectada de RSU en Villa Pehuenia-Moquehue, resultante de la suma de aquello producido por los habitantes y por los comercios. Fuente: Elaboración propia.

Año	Generación: habitantes + comercios (kg/día)					
	RSD			RSUnD		
	Materiales RECICLABLES	Materiales COMPOSTABLES	BASURA	Restos de poda	Áridos	Otros*
2018	946	866	403	308	154	51
2019	963	881	410	315	158	53
2020	981	897	417	322	161	54
2021	999	914	425	330	165	55
2022	1.017	931	433	337	169	56
2023	1.036	948	441	345	173	58
2024	1.056	966	449	353	177	59
2025	1.076	985	458	362	181	60
2026	1.097	1.003	467	370	185	62
2027	1.118	1.023	476	379	189	63
2028	1.140	1.043	485	388	194	65
2029	1.162	1.063	495	397	199	66
2030	1.185	1.085	504	407	203	68
2031	1.209	1.106	515	416	208	69
2032	1.233	1.129	525	426	213	71
2033	1.259	1.151	536	437	218	73
2034	1.284	1.175	547	447	224	75
2035	1.311	1.199	558	458	229	76
2036	1.338	1.224	569	470	235	78
2037	1.366	1.250	581	481	241	80
2038	1.395	1.276	593	493	246	82

*Incluye RAEEs, pilas, baterías, lámparas, tubos de iluminación, aceite vegetal, neumáticos, voluminosos y producido de barrido.

A la generación de habitantes y comercios, se debe sumar la generación de los turistas. Esto es complejo debido a la variabilidad de pernóctes, por lo que se confeccionó la Tabla 4.14, donde se indica el rango de aumento de generación de cada clase de RSD debido al turismo (expresado en porcentaje respecto a la generación de habitantes y comercios) en cada mes, entre el 2018 y el 2038. La generación de RSUnD debido al turismo se desprecia.

Tabla 4.14: Aumento aproximado en la generación de cada clase de RSD debido al turismo en Villa Pehuenia-Moquehue (expresado en porcentaje respecto a la generación de habitantes y comercios) en cada mes, entre el 2018 y el 2038. Fuente: Elaboración propia.

Mes	Aumento en la generación de RSD, debido al turismo	
	2018	2038
Enero	50%	172%
Febrero	44%	153%
Marzo	26%	92%
Abril	16%	54%
Mayo	6%	21%
Junio	8%	28%
Julio	37%	129%
Agosto	25%	87%
Septiembre	13%	46%
Octubre	12%	40%
Noviembre	14%	50%
Diciembre	20%	69%

Como se puede ver, a diferencia de Aluminé, **en Villa Pehuenia-Moquehue la actividad turística influye fuertemente en la generación total de RSD**, provocando variaciones importantes a lo largo del año.

En cuanto a **estrategias de reducción de la generación de RSD**, se proponen las mismas que se indicaron para el municipio de Aluminé (ver página 59)

4.2.1.1.2. Separación en origen

La separación en origen de RSD se realizará con la misma modalidad que en Aluminé, tanto en las viviendas y comercios como en la vía pública (ver página 60).

Se utilizará un mecanismo igual o similar para la entrega y disponibilidad de los distintos tipos de bolsas para colocar los RSD.

4.2.1.1.3. Disposición inicial

La modalidad de disposición inicial de RSD también será la misma que la descrita para el municipio de Aluminé (ver página 64). Se empleará también el mismo diseño y metodología de aplicación para los cestos domiciliarios y comunitarios y para los cestos y contenedores públicos.

En las Figuras Figura 4.30, Figura 4.31 y Figura 4.32 se muestra la distribución de cestos públicos (“puestos de residuos”) a colocar en las zonas de Villa Pehuenia, Moquehue y las áreas Batea Mahuida y 5 Lagunas, respectivamente (en total son 37 puestos de residuos), y en la Figura 4.33 se indica la localización para los contenedores públicos (“estaciones de residuos”). Los contenedores públicos ubicados en Moquehue servirán también para que los domicilios puedan disponer sus RSD en época invernal o con malas condiciones meteorológicas, cuando se vea imposibilitada la circulación del camión recolector por las calles internas de la localidad (la transitabilidad sobre la ruta y las calles principales está asegurada durante todo el año).

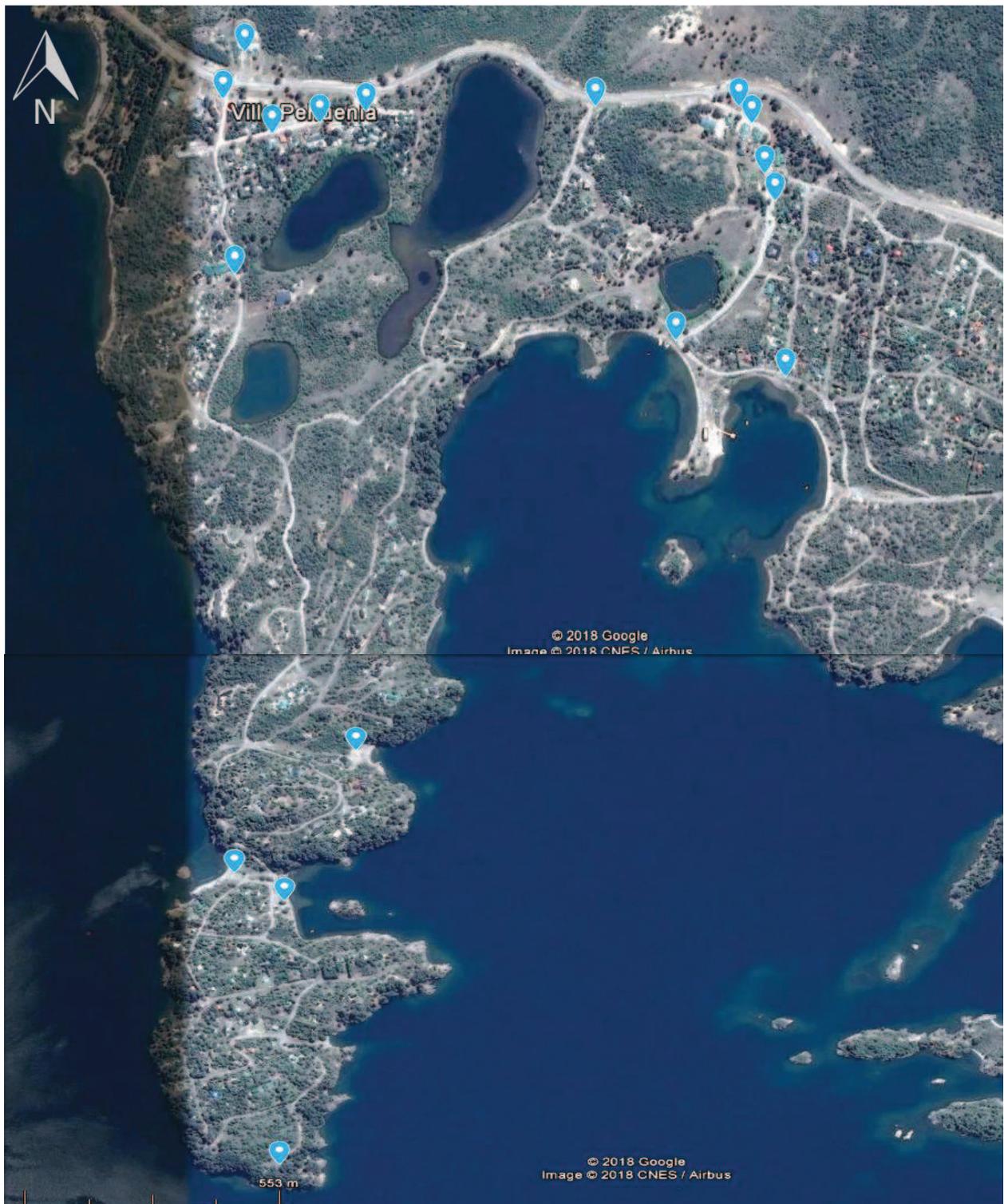


Figura 4.30: Imagen satelital con la ubicación proyectada de los puestos de residuos (globos azules) en la zona de la localidad de Villa Pehuenia. Fuente: Elaboración propia mediante el uso de Google My Maps y Google Earth.

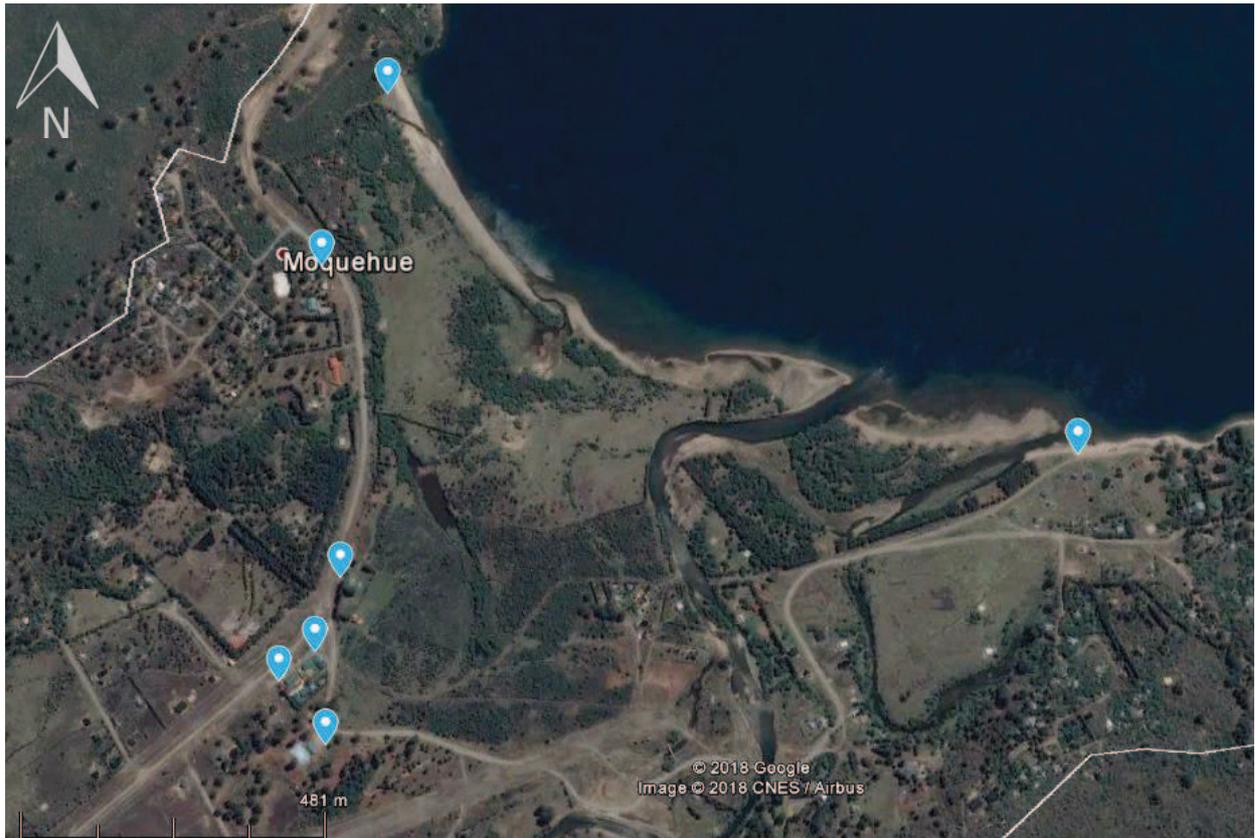


Figura 4.32: Imagen satelital con la ubicación proyectada de los puestos de residuos (globos azules) en la zona de la localidad de Moquehue. Fuente: Elaboración propia mediante el uso de Google My Maps y Google Earth.

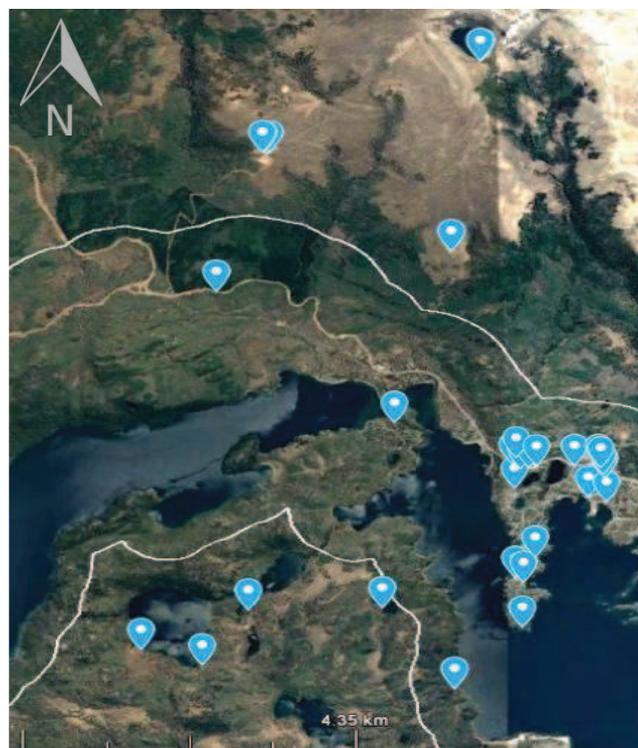


Figura 4.31: Imagen satelital con la ubicación proyectada de los puestos de residuos (globos azules) en las áreas Batea Mahuida (al norte) y 5 Lagunas (al sur), y parte del ejido municipal. Fuente: Elaboración propia mediante el uso de Google My Maps y Google Earth.



Figura 4.33: Imagen satelital con la ubicación proyectada de las 4 estaciones de residuos (globos marrones) en Villa Pehuenia-Moquehue. Fuente: Elaboración propia mediante el uso de Google My Maps y Google Earth.

4.2.1.2. Recolección y Transporte

La recolección será diferenciada, y de tipo manual (excepto para los contenedores públicos, cuyo contenido será recolectado mediante el sistema de levantamiento del camión). Se establecerán días de la semana para la recolección de los distintos tipos de RSD a lo largo de todo el año:

- Lunes: BASURA.
- Martes: Materiales COMPOSTABLES.
- Miércoles: Materiales RECICLABLES.
- Jueves: BASURA.
- Viernes: Materiales COMPOSTABLES.
- Sábado: este día queda disponible para requerimientos especiales (por ejemplo: imposibilidad de recolección en días previos por condiciones meteorológicas adversas, generación extraordinaria de residuos dada por una festividad local, etc.).

La recolección de RSD de lunes a viernes se realizará en el rango horario de 5 hs a 14 hs. Los días sábado no tendrá un horario preestablecido, dado que dependerá de los requerimientos en cada momento. **La disposición inicial de cada tipo de RSD deberá hacerse entre las 18 hs del día previo y las 5 hs del día de recolección correspondiente.**

Dada la fuerte influencia de la actividad turística sobre la generación de RSD, **se reforzará el servicio de recolección en temporada alta** (se considera oficialmente como temporada alta de verano a los meses de enero y febrero (Subsecretaría de Turismo de la provincia de Neuquén, 2016), pero se ampliará el período, comenzando la última semana de diciembre y terminando la primera semana de marzo; como temporada alta invernal se considera al mes de julio (Subsecretaría de Turismo de la provincia de Neuquén, 2016), pero se extenderá hasta la primera semana del mes de agosto). Dado que es probable que una fracción de los turistas no separe adecuadamente los RSD y se incremente la proporción de basura (Unión Europea, 2016), el refuerzo se realizará sobre el servicio de recolección de esta fracción. Las zonas afectadas a este refuerzo serán el centro y las playas de las localidades de Villa Pehuenia y Moquehue, y se realizará **los días miércoles y sábados por la mañana**. De esta manera se busca mantener una adecuada higiene en las zonas más concurridas y transitadas por los turistas.

Se tendrán en cuenta las mismas consideraciones y se aplicará la misma modalidad de recolección que en Aluminé (ver página 69). En las áreas Batea Mahuida y 5 Lagunas, las comunidades mapuches que las administran se encargarán del recambio de bolsas de RSD de los cestos públicos, y dispondrán las bolsas con RSD en los cestos comunitarios a instalarse en la confitería y en la entrada -respectivamente-, para su posterior recolección.

Se estimó la cantidad de cada tipo de RSD a recolectar cada día, sumando la generación de habitantes, comercios y turistas: para los materiales reciclables, que se recolectan 1 vez por semana (“frecuencia 1”), se multiplicó por 7 la generación diaria, y para los materiales compostables y la basura, que se recolectan 2 veces por semana (“frecuencia 2”), la generación diaria se multiplicó por 3,5 (aquí no se consideraron los refuerzos de recolección de basura en temporada alta, éstos reducirán el volumen a recolectar por día). En los camiones compactadores se considera que los residuos pueden alcanzar una densidad de 700 kg/m³ (según las fichas técnicas de los sistemas de compactación Scorza). En la Figura 4.34 se presentan las cantidades de RSD estimadas a recolectar por día, considerando las actividades turísticas mínimas, máximas y promedios proyectadas (en base a los valores que se presentan en la memoria de cálculo – página 246):

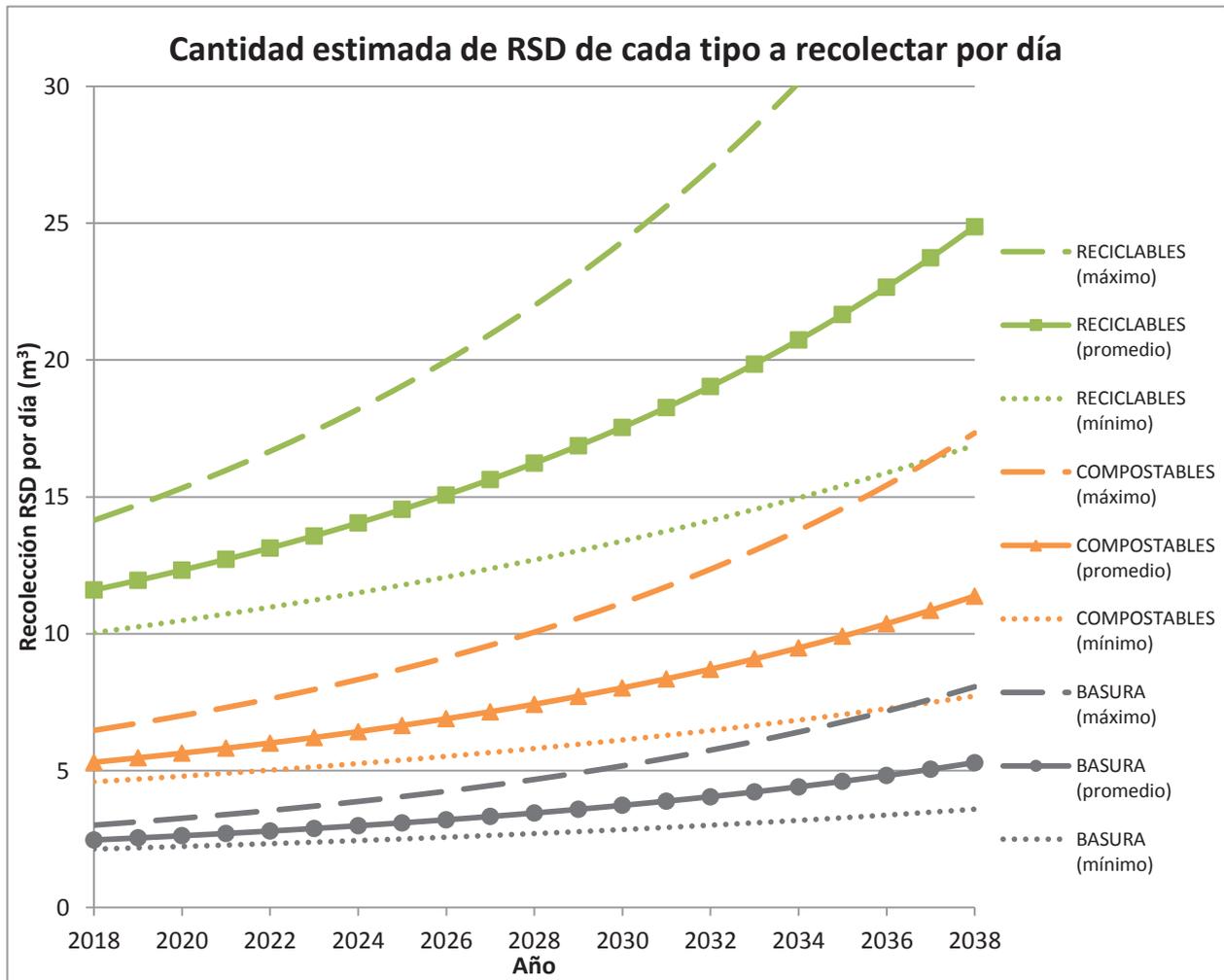


Figura 4.34: Cantidad estimada de RSD de cada tipo a recolectar por día correspondiente en Villa Pehuena-Moquehue, considerando la generación de habitantes, comercios y turistas, una frecuencia semanal de recolección de 1 día para materiales reciclables, 2 para materiales compostables y 2 para basura, y una densidad de 700 kg/m³ para los RSD en los camiones compactadores. Fuente: Elaboración propia.

Los volúmenes de recolección de materiales compostables y de basura podrán ingresar en su totalidad en la caja de un camión compactador, por lo que 1 sólo viaje será suficiente, aún en temporada turística alta. Los volúmenes de recolección de materiales reciclables es posible que exijan la realización de 2 viajes de un camión compactador para completar la recolección en temporada alta, pero probablemente alcance con un solo viaje estando fuera de temporada (hasta el año 2028 estimativamente).

Se recomienda tener 2 camiones compactadores de carga trasera de 2 ejes, como el ejemplo de la Figura 4.8 (no son recomendables los camiones de 3 ejes porque, a pesar de que pueden soportar mayor carga, son más difíciles de maniobrar y más susceptibles de sufrir desperfectos mecánicos en terrenos no pavimentados y con pendientes

pronunciadas y cambiantes). Es deseable que sus depósitos de carga sean de alrededor de 16 m³ cada uno; esto permitiría emplear uno exclusivamente para la recolección de basura, y el otro para la recolección de materiales compostables y reciclables, debiéndose lavar o enjuagar el interior del depósito antes y después de la recolección de estos últimos. Así se evitará la contaminación de los distintos tipos de RSD entre sí y permitirá disponer de un camión de reemplazo en caso de tener problemas de funcionamiento en alguno de ellos, asegurando la continuidad en el servicio de recolección (en dicho caso, deberá lavarse el depósito luego de cada recolección). El municipio cuenta actualmente con 1 camión con equipo compactador de carga trasera de 16 m³ de capacidad, por lo que, si éste se encuentra en buenas condiciones de funcionamiento, se recomienda sólo incorporar un camión recolector adicional.

❖ Itinerarios de recolección

La recolección comenzará a las 5 am, y será con la modalidad “a terminar”, es decir que, aunque el horario estimativo de finalización son las 12 hs, siempre deberá completarse la ruta de recolección, pudiendo finalizar antes o después de dicho horario. Tanto el chofer como los cargadores, antes de comenzar la recolección y al finalizar su turno, deben firmar la planilla de registro del personal en la base operativa del municipio (corralón municipal), ubicada en el acceso a la Península de los Coihues en Villa Pehuenia, a 150 metros de la ruta provincial N° 13 (km. 12). Los camiones recolectores siempre serán guardados en este lugar, donde también serán lavados cuando corresponda. Los residuos sólidos extraídos durante su lavado serán gestionados según el tipo de RSD al que correspondan, y el efluente líquido será gestionado junto con el efluente de los sanitarios de la base operativa.

Habrá 3 puntos distintos de descarga de RSD, de acuerdo con cada tipo:

- Los **materiales reciclables** serán descargados en la **planta de clasificación** (ver página 169). Ésta se encuentra dentro del ejido municipal de Aluminé, al norte de la localidad.
- Los **materiales compostables** serán descargados en la **planta de compost y restos de poda** (ver página 139). Ésta se encontrará dentro del ejido municipal, en la zona noreste, cerca del barrio Villa Unión.
- La **basura** será descargada en el **relleno sanitario intermunicipal** (ver página 178). Éste se encontrará en territorio de la CIP, entre ambos ejidos municipales.

Se determinaron diferentes zonas de recolección para facilitar el diseño de la ruta de recolección de cada día:

- Litrán y Lonco Luan
- Villa Italia, Villa Unión y Barrio Parque (Abreviación: “ Villa Italia* ”)
- Pehuenia Centro
- Pehuenia Este
- Pehuenia Oeste
- Aduana, Batea Mahuida, Angostura y 5 Lagunas (Abreviación: “ Aduana* ”)
- Ruta 11
- Moquehue Centro
- Moquehue

En las Figuras Figura 4.35, Figura 4.36, Figura 4.37, Figura 4.38, Figura 4.39 y Figura 4.40 se indican con distinto color las sub-rutas de recolección correspondientes a cada zona (que se determinaron buscando minimizar el consumo de combustible por parte de los camiones), y se incluye la ubicación de la base operativa (globo amarillo), cestos públicos (globos azules) y contenedores públicos (globos marrones) y de los cestos comunitarios (globos grises):

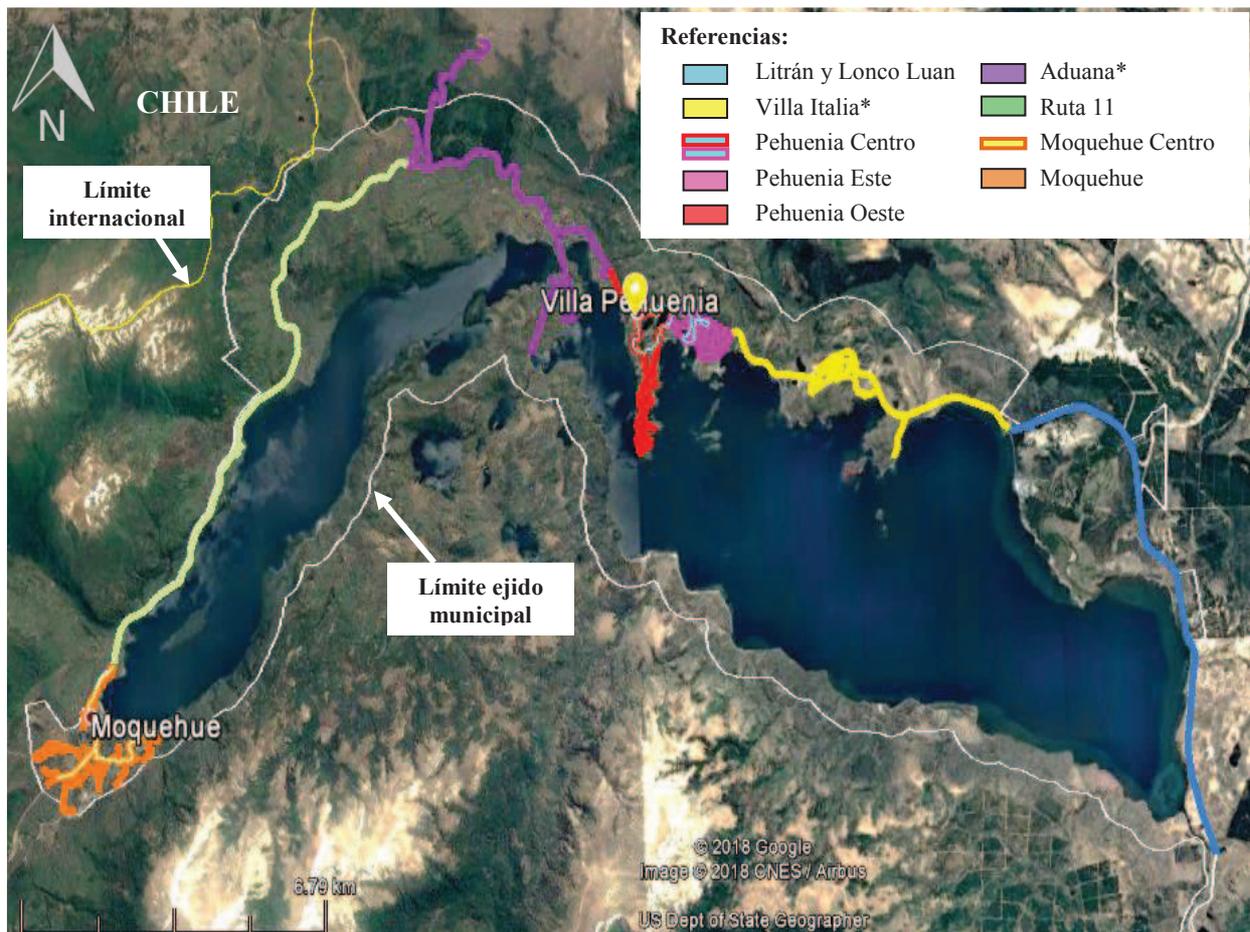


Figura 4.35: Imagen satelital con los esquemas de las sub-rutas de recolección de RSD de Villa Pehuenia-Moquehue correspondientes a cada zona. Fuente: Elaboración propia mediante el uso de Google My Maps y Google Earth.



Figura 4.37: Ampliación de la imagen satelital con los esquemas de las sub-rutas de recolección de RSD de Villa Pehuenia-Moquehue (Figura 4.35), alrededor de la localidad de Moquehue. Fuente: Elaboración propia mediante el uso de Google My Maps y Google Earth.

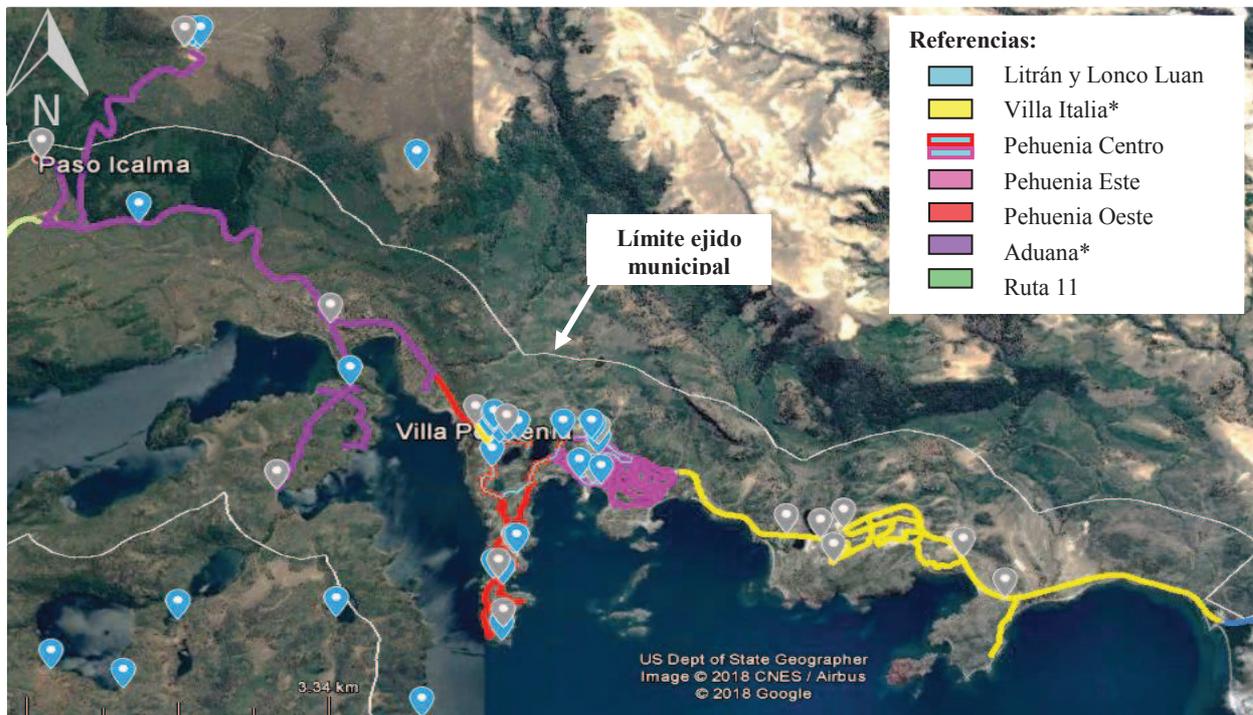


Figura 4.36: Ampliación de la imagen satelital con los esquemas de las sub-rutas de recolección de RSD de Villa Pehuenia-Moquehue (Figura 4.35), en el sector norte del municipio. Fuente: Elaboración propia mediante el uso de Google My Maps y Google Earth.

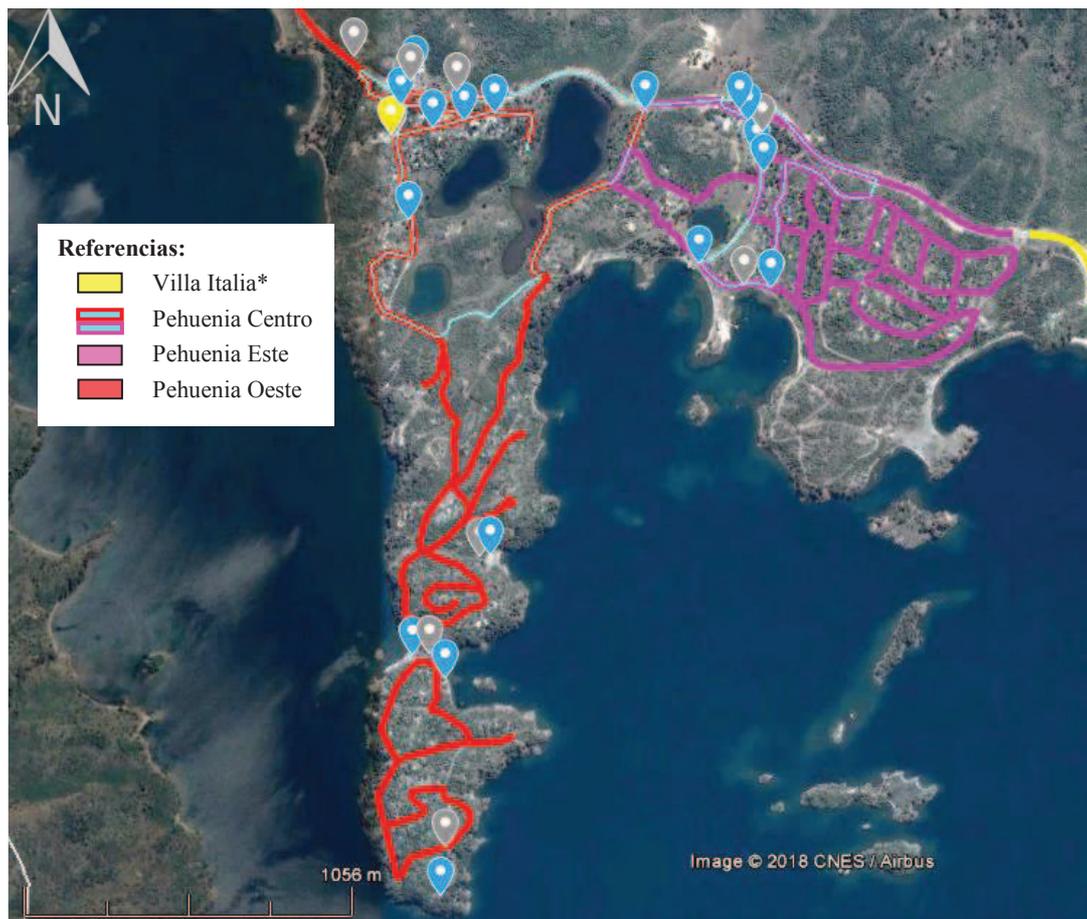


Figura 4.39: Ampliación de la imagen satelital con los esquemas de las sub-rutas de recolección de RSD de Villa Pehuénia-Moquehue (Figura 4.35), alrededor de la localidad de Villa Pehuénia. Fuente: Elaboración propia mediante el uso de Google My Maps y Google Earth.



Figura 4.38: Ampliación de la imagen satelital con los esquemas de las sub-rutas de recolección de RSD de Villa Pehuénia-Moquehue (Figura 4.35), alrededor de los barrios Villa Italia, Villa Unión y Parque. Fuente: Elaboración propia mediante el uso de Google My Maps y Google Earth.

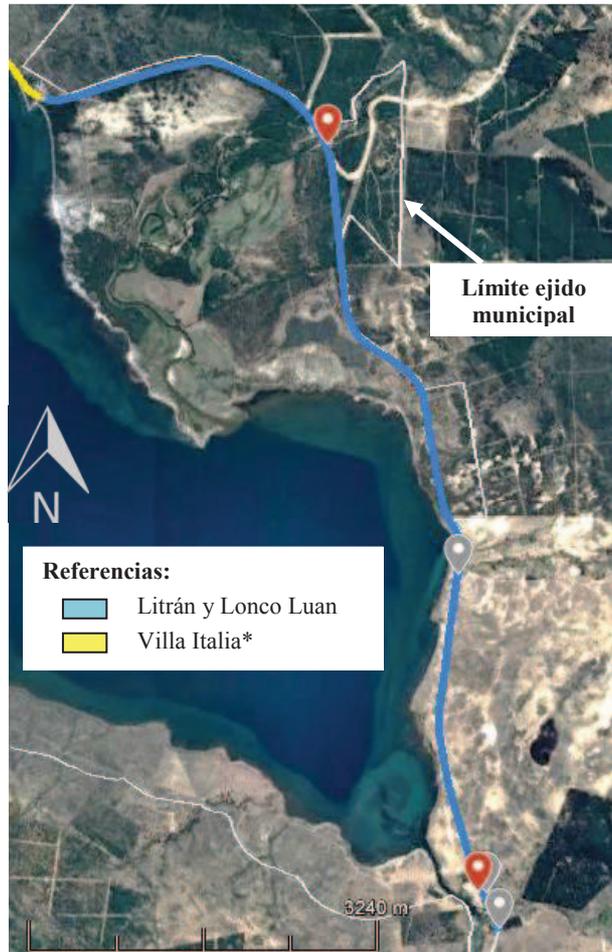


Figura 4.40: Ampliación de la imagen satelital con los esquemas de las sub-rutas de recolección de RSD de Villa Pehuénia-Moquehue (Figura 4.35), alrededor de los parajes Litrán y Lonco Luan. Fuente: Elaboración propia mediante el uso de Google My Maps y Google Earth.

Respecto a la problemática de recolección de RSD observada en Moquehue (indicada en el diagnóstico), se decidió resolverla brindando el servicio de recolección a todos los domicilios ubicados dentro del ejido municipal que cumplan con la adecuada disposición inicial, aún a aquellos que no se encuentren pagando los impuestos municipales correspondientes. De esta manera se busca evitar la acumulación de residuos en las veredas y calles o en cestos de otros domicilios que abonan adecuadamente sus impuestos. La diferencia radica en que no se les brindarán gratuitamente los cestos domiciliarios a aquellos que no abonen sus impuestos y se desaconsejará a los turistas el uso de las instalaciones de aquellos comercios no habilitados.

Como se puede observar, se decidió que el camión recolector no recorra ciertas cuadras, principalmente de Moquehue, dado en la visita se pudieron identificar pendientes abruptas y caminos estrechos que dificultan e incluso imposibilitan la maniobrabilidad de vehículos grandes: en dichos lugares, el camión deberá esperar en las esquinas, permitiendo que los cargadores recolecten los RSD caminando y/o habrá cestos comunitarios (indicados en las figuras previas) para que los domicilios afectados puedan disponer allí sus RSD.

Todas las sub-rutas están dentro del ejido municipal, excepto el tramo de recolección para el área Batea Mahuida, donde el camión accederá hasta el sector de la confitería, retirando los RSD de los cestos comunitarios a instalarse allí. Además el servicio alcanzará al área de 5 Lagunas, recolectando los RSD en el ingreso al lugar, y al paraje Lonco Luan, con un gran número de domicilios por fuera del ejido municipal (que se cree que actualmente no cuentan con servicio de recolección) que podrán disponer sus RSD en los cestos comunitarios y contenedores públicos a instalar sobre la ruta provincial 23.

Se midieron las distancias lineales de las sub-rutas a recorrer:

- Litrán y Lonco Luan: 11 km
- Villa Italia*: 14,6 km
- Pehuenia Centro: 7,5 km
- Pehuenia Este: 11 km
- Pehuenia Oeste: 12,3 km
- Aduana*: 24,3 km
- Ruta 11: 13,6 km
- Moquehue Centro: 6,7 km
- Moquehue: 21,9 km

Para programar las rutas de recolección se tuvo en cuenta la densidad poblacional (mayor en la localidad de Villa Pehuenia y en Villa Italia* que en las zonas restantes (INDEC, 2010)), la longitud y la ubicación geográfica de las sub-rutas, la topografía (creciente en sentido este-oeste) y los puntos de descarga de los RSD.

➤ ***Ruta de recolección de materiales compostables***

Se seguirá la siguiente secuencia:

- a) Moquehue
- b) Ruta 11
- c) Aduana*
- d) Pehuenia Oeste
- e) Recambio de chofer y operarios cargadores
- f) Pehuenia Este
- g) Villa Italia*
- h) Litrán y Lonco Luan
- i) Descarga en planta de compost y restos de poda

Total estimado desde la salida hasta la vuelta a la base operativa: 154 km

➤ **Ruta de recolección de materiales reciclables**

Esta ruta se buscará que comprenda también la recolección de la zona de Ñorquinco, que se encuentra por fuera del ejido municipal (ver detalle en la página 163), por lo que se incluye en el recorrido a realizar (sub-ruta “Ñorquinco”).

Se seguirá la siguiente secuencia:

- a) Litrán y Lonco Luan
- b) Villa Italia*
- c) Pehuena Este
- d) Pehuena Oeste
- e) Recambio de operarios cargadores
- f) Aduana*
- g) Ruta 11
- h) Moquehue
- i) Ñorquinco
- j) Descarga en planta de clasificación

Total estimado desde la salida hasta la vuelta a la base operativa: 268 km

➤ **Ruta de recolección de basura**

Un día a la semana se buscará que esta ruta comprenda también la recolección de la zona de Ñorquinco, que se encuentra por fuera del ejido municipal (ver detalle en la página 163), por lo que se incluye en el recorrido a realizar (sub-ruta “Ñorquinco”).

Se seguirá la siguiente secuencia para los días lunes:

- a) Moquehue
- b) Ruta 11
- c) Aduana*
- d) Pehuena Oeste
- e) Recambio de operarios cargadores
- f) Pehuena Este
- g) Villa Italia*
- h) Litrán y Lonco Luan
- i) Descarga en relleno sanitario

Total estimado desde la salida hasta la vuelta a la base operativa: 197 km

Por otro lado, se seguirá la siguiente secuencia para los días jueves:

- a) Litrán y Lonco Luan

- b) Villa Italia*
- c) Pehuénia Este
- d) Pehuénia Oeste
- e) Recambio de operarios cargadores
- f) Aduana*
- g) Ruta 11
- h) Moquehue
- i) Ñorquinco
- j) Descarga en relleno sanitario

Total estimado desde la salida hasta la vuelta a la base operativa: 238 km

Y en temporada alta, los días miércoles y sábados, que se realiza el refuerzo para las zonas céntricas, se almacenará la basura recolectada en la caja del camión (no se descargará en relleno sanitario), evitando recorrer muchos kilómetros para trasladar un volumen pequeño de residuos (la basura permanecerá menos de 48 hs almacenada en el camión, cumpliendo con el tiempo máximo recomendado de almacenamiento de RSD de 3 días (Tchobanoglous, Theisen y Vigil, 1994). Se seguirá entonces la siguiente secuencia para el refuerzo de los días miércoles y sábados:

- a) Moquehue Centro
- b) Pehuénia Centro

Total estimado desde la salida hasta la vuelta a la base operativa: 58 km

Todas las rutas, excepto las de refuerzo en temporada alta, suman más de 150 km y 7 horas, por lo que se decidió incluir un recambio del chofer y los operarios cargadores alrededor de la mitad del recorrido, para aliviar el esfuerzo físico que deben realizar en la tarea y no superar las 8 horas de trabajo para cada trabajador. Se recomienda que dicho recambio se realice en la base operativa, para minimizar los inconvenientes y facilitar el sistema de registro. Durante los trayectos de más de 2 km en los que no se recolecten RSD, los operarios cargadores deberán viajar sentados en la cabina de conducción; sino, podrán viajar de pie en los extremos posteriores izquierdo y derecho del camión, sujetándose de manera adecuada. Se proveerá una capacitación completa en el sistema de gestión de residuos y en higiene y seguridad a los recolectores, y se les proporcionarán Elementos de Protección Personal (EPP) y vestimenta, controlando su correcto uso: zapatillas cómodas con suela antideslizante, pantalón largo con franjas reflectantes, chaleco reflectante (que siempre deberá colocarse por encima de la ropa que se posea en el torso), guantes anti-corte y guantes de jardinería (los operarios decidirán qué guantes prefieren utilizar, según su comodidad).

Los camiones, por seguridad, no deberán superar las siguientes velocidades máximas:

- 30 km/h en calles
- 60 km/h en rutas

❖ Consumo y carga de combustible

Los camiones recolectores realizarán las cargas de combustible en la estación de servicio de Villa Pehuenia, situada a media cuadra de la base operativa. El combustible que utilizarán será Infinia Diesel.

Según se le consultó al ingeniero Martín Marmo, profesional dedicado a la gestión de RSU durante más de 10 años, un camión recolector consume alrededor de 16 litros de Infinia Diesel por hora. Dado que el consumo depende de muchos factores (la velocidad de marcha, las características del terreno, la carga del camión, la frecuencia de compactación, etc.), el consumo por unidad de tiempo es una aproximación útil para poder estimar el combustible necesario y la autonomía (considerando una capacidad de 220 litros en los tanques de combustible).

En la memoria de cálculo (página 250) se presentan los cálculos realizados para llegar a la conclusión de que se considera un **consumo estimativo de 125 litros diarios de combustible Infinia Diesel los días martes y viernes, 170 litros los días miércoles, 141 litros los días lunes, 158 litros los días jueves, y 37 litros los días miércoles y sábados para el refuerzo en temporada alta. Por esto será necesario abastecerse de combustible, llenando el tanque, al finalizar cada día de recolección** (excepto los días de refuerzo de temporada alta, que el consumo es reducido), luego de descargar los RSD en el sitio correspondiente y antes de regresar a la base operativa.

4.2.1.3. Tratamiento de los RSD Compostables

Como se mencionó anteriormente, los materiales compostables recolectados serán descargados en la **planta de compost y restos de poda (PCyRP2)**. Se propone situar la planta en uno de los dos puntos marcados en la Figura 4.41. Se decidió ubicarla allí porque estaría suficientemente alejada de la zona urbana (más de 1 km) para evitar molestias a los vecinos y turistas, posee un fácil acceso desde la ruta provincial 13 al finalizar el recorrido de recolección de materiales compostables, y tendría acceso cercano a los servicios de agua,

electricidad y gas. A su vez, mantendría cierta cercanía con posibles destinos para el compost producido (vivero provincial, espacios verdes y vecinos). Esta zona no tiene parcelas delimitadas según la Dirección Provincial de Catastro e Información Territorial, se cree que es de propiedad municipal o provincial y que no se desarrollan actividades allí en la actualidad, por lo que se estima que no habría problemas en utilizarse para este fin. El funcionamiento de la planta será de lunes a sábados, en el horario de 8 a 15 hs.

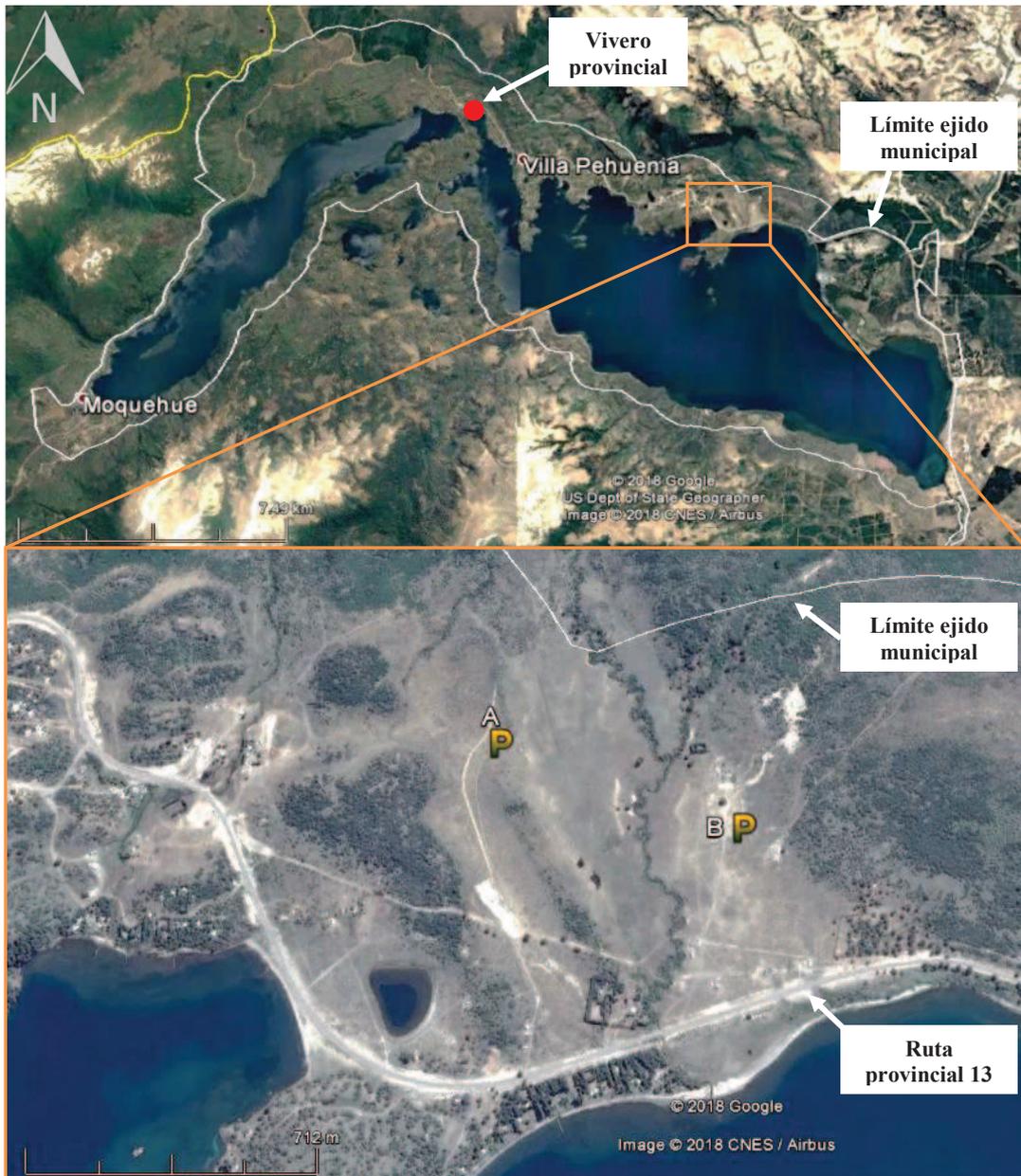


Figura 4.41: Imagen satelital con las posibles ubicaciones (A o B) de la planta de compost y restos de poda de Villa Pehuena-Moquehue. También se indica la ubicación del vivero provincial, uno de los posibles destinos para el compost producido. Fuente: Elaboración propia mediante el uso de Google Earth.

El objetivo primordial del compostaje es valorizar los materiales compostables, disminuyendo notablemente el volumen de residuos que se envían a disposición final, contribuyendo a mejorar la calidad de los suelos y generando mano de obra local. El compost producido retornará a la comunidad: los destinos principales serán los domicilios particulares, los espacios verdes del municipio, el vivero provincial Luis Alberto Puel y los productores agropecuarios y forestales locales (también se evaluará la entrega de compost a las comunidades mapuches de la zona). Se promocionará la entrega de compost gratuita a los vecinos, distribuyéndolo en fiestas y eventos o coordinando su entrega en el edificio municipal o la planta de compost y restos de poda (donde podrán realizarse visitas guiadas programadas). Se analizarán las posibilidades de donación o intercambio del compost por otros productos a los productores locales, que a su vez podrán entregar en la planta residuos orgánicos (tal como estiércol, guano, paja, pasto, restos de poda, etc.) útiles para el proceso de compostaje (actualmente SENASA prohíbe la inscripción de compost producido en base a residuos urbanos).

❖ **Fundamentos del compostaje**

Los fundamentos del compostaje son los mismos que los indicados para el municipio de Aluminé (ver página 79).

❖ **Diseño del proceso de compostaje**

En la planta de compost y restos de poda, el tratamiento de los materiales compostables será el mismo que para el municipio de Aluminé (ver página 82).

❖ **Diseño de la planta de compost y restos de poda**

En la planta también se procesarán los restos de poda, pero en este apartado sólo se incluye lo relativo al compost (aunque varios sectores serán compartidos).

La planta se diseñó de manera que pueda funcionar al menos hasta el año 2038. Por esta razón se emplearon las proyecciones de generación y recolección de RSD; en la memoria de cálculo (página 255) se detallan los cálculos realizados. Las áreas requeridas para cada sector de la planta que se estimaron son las siguientes:

- Sector de recepción y acopio: tendrá un área de 784 m² (28 m x 28 m).
- Sector de materiales clasificados: se utilizará un espacio de 288 m² (12 m x 24 m).

- Sector de mezcla: su superficie será de 288 m² (12 m x 24 m).
- Sector de compostaje: requerirá una superficie total de 3952 m² (52 m x 76 m).
- Sector de cribado: se empleará un área de 400 m² (20 m x 20 m), de la cual una parte tendrá techo de chapa, contiguo al del sector de almacenamiento y empaque, donde estará el equipo de cribado (50 m² aproximadamente).
- Sector de almacenamiento y empaque: tendrá un techo de chapa con estructura metálica, para proteger al producto final y los equipos móviles de las precipitaciones. Tendrá una superficie de 300 m².

Además se determinaron sectores auxiliares necesarios para el funcionamiento de la planta:

- Caseta de vigilancia y control, cocina-comedor, baños: este edificio ocupará un área de 100 m². Tendrá un tanque de agua que se abastecerá con el agua de red.
- Pileta de lixiviados: será capaz de retener hasta 100 mm de precipitaciones aproximadamente (en la estación meteorológica Chapelco Aero la precipitación máxima diaria registrada es de 79 mm, y la mensual de 342 mm, (Servicio Meteorológico Nacional)), teniendo en cuenta que se recomienda:
 - Intentar minimizar la infiltración de lixiviados en los sectores de recepción y acopio y de compostaje, compactando fuertemente el suelo y generando una pendiente hacia la red de drenaje.
 - Construir una red de drenaje desde ambos sectores hacia la pileta de lixiviados, mediante zanjeo del suelo y colocación de cañerías. La pendiente de la red estará facilitada por la pendiente natural del suelo en sentido norte-sur y oeste-este.
 - Construir la pileta con geomembrana de PEAD de 800 µm de espesor, y con una profundidad no mayor a 1 metro, para reducir la generación de zonas anaeróbicas y minimizar el desprendimiento de metano y olores.
 - Reutilizar el líquido contenido en la pileta para el riego de las pilas de compostaje y de las áreas parquizadas de la planta. No se deberá exceder el límite superior de la pileta.
 - En caso de superarse el límite de su capacidad, el lixiviado desbordará a una pileta de contención que tendrá la cuarta parte de la capacidad de la primera. Dado que servirá sólo para situaciones excepcionales, tendrá una profundidad de 4 metros y podrá construirse en cemento y con forma prismática. Luego los líquidos serán bombeados nuevamente a la pileta principal en cuanto baje su nivel.

Este sector ocupará un área total de 777 m².

Todas estas consideraciones minimizarán la infiltración de lixiviados en el suelo.

- Tanque de agua y bomba para riego: se recomienda tener un tanque que se llenará con el agua de red, y una bomba que podrá emplearse tanto para el riego con lixiviados como con agua del tanque, dependiendo de la disponibilidad; la fuente de bombeo (tanque o pileta de lixiviados) se seleccionará en forma automática por flotante instalado en la pileta, según el nivel. Un área de 30 m² sería suficiente para este sector.
- Estacionamiento y patio de maniobras: este sector servirá tanto para los trabajadores de la planta de compost y restos de poda, como para aquellos que realicen visitas o descarguen y/o retiren materiales. El área que requerirá será de aproximadamente 500 m².
- Sector para posibles rechazos: se destinará un espacio de sólo 40 m², ya que se hará todo lo posible para que los rechazos no permanezcan más de 1 o 2 días en la planta.

Además se deberá alambrar todo el perímetro de la planta de compost y restos de poda para evitar el ingreso no habilitado de personas y de animales, y así minimizar el riesgo de accidentes y de contaminación de los materiales. Habrá un portón para el ingreso, el cual permanecerá cerrado y se abrirá cuando sea necesario. Se recomienda plantar una hilera de álamos sobre los límites oeste y sur del predio, para reducir la contaminación visual y la propagación de olores hacia la ruta provincial 13 y las zonas pobladas. También sería recomendable instalar una balanza para camiones en la entrada a la planta, para llevar un control de los ingresos y egresos de materiales y tener más herramientas para mejorar la gestión.

El diseño de la planta de compost y restos de poda se presenta en el plano PCyRP2 (ver página 303).

La planta de compost y restos de poda (sector de compost) contará con los siguientes puestos de trabajo:

- 1 persona para vigilancia y control de la entrada en particular, y de la planta en general. También realizará las tareas administrativas y de dirección de la planta
- 1 persona se encargará del control de los materiales descargados en la planta y de dirigir su clasificación. También se encargará de la formulación de la mezcla para compostaje en base a los materiales disponibles, y de los controles de humedad y temperatura.
- 2 personas estarán a cargo de los transportes de todos los materiales dentro de la planta, del armado de la mezcla y las pilas de compostaje, de los volteos y del agregado de materiales y riego de las mismas.

- 1 persona estará a cargo del cribado y del empaque y almacenamiento del compost maduro.

Los trabajadores deberán poseer y utilizar los elementos de seguridad y de protección personal adecuados: zapatos de seguridad, chaleco reflectante, casco, guantes de jardinería o anti-corte, barbijo y gafas de seguridad cuando la tarea lo requiera. La planta deberá contar los tipos y cantidad de matafuegos correspondientes.

Respecto al consumo de combustible en la planta, resulta imposible proyectarlo. El combustible se almacenará en un bin plástico industrial de 1000 litros de capacidad, en un sector de la caseta de vigilancia y control. Este combustible también se utilizará para las motosierras que se emplearán en el sector de restos de poda (ver página 146).

4.2.2. Restos de poda

La gestión de estos residuos se dividirá según el tipo de generación:

- Pública: son los restos de poda resultantes de la poda pública, ya sea realizada por el propio municipio o por una empresa contratada por éste, y el producto del corte de césped y/o plantas y barrido de hojas de espacios públicos.
- Privada: son los restos de la poda realizada por particulares en el interior de sus domicilios; puede incluir césped, ramas, hojas, plantas, troncos, etc.

4.2.2.1. Restos de poda pública

La poda de espacios públicos podrá ser realizada por el municipio o por una empresa privada que éste contrate, aunque se recomienda que sea el propio municipio quien la realice (para reducir los costos y facilitar el control de la gestión).

Las tareas de poda se intensifican en los meses de mayo, junio, julio y agosto, que es la época recomendada para hacerlo, pero se realizan durante todo el año, ya sea para el despeje de luminaria, para reducir el riesgo de caída de ramas, para liberar pasos peatonales o vehiculares o cuando existen reclamos o pedidos vecinales específicos.

Las etapas de la gestión de los restos de poda pública será la siguiente:

- a) Generación y disposición inicial:

Cuando se corte el césped y/o plantas y se junten hojas de espacios públicos en los centros urbanos de Villa Pehuenia y Moquehue, los restos generados serán dispuestos en bolsas compostables por el personal que realice la tarea,

dejándolas sobre el cordón de la vereda. Cuando esta tarea se realice fuera del entorno urbano, los restos de poda se dispondrán sueltos (a granel), en uno o varios puntos.

Para los casos de poda de árboles, la tarea siempre se realizará en presencia de, al menos, un camión con caja volcadora, para permitir cargar los restos a medida que se generan. En la época de poda, la tarea se realizará con el acompañamiento de 2 camiones volcadores, mientras que el resto del año podrá realizarse sólo con uno (se recomienda que uno de los camiones posea sistema de almeja o garra-pulpo hidráulica integrada, para facilitar la carga de grandes pesos; en la Figura 4.18 y la Figura 4.17 se muestran ejemplos de camiones volcadores con y sin este sistema.

b) Recolección y transporte:

Los restos de corte de césped y plantas y de hojas de espacios públicos serán recolectados en un período no mayor a 24 horas de haber sido dispuestos, ya sea en bolsas compostables o a granel. La carga de éstos en el vehículo de recolección se hará de forma manual, con la ayuda de una pala ancha si fuera necesario. El vehículo a utilizar para la recolección podrá ser un camión volcador, y/o una camioneta con caja (tipo pick-up), dependiendo del volumen a recolectar y transportar.

Los restos de poda de árboles, como se indicó anteriormente, serán cargados en camiones volcadores (preferiblemente de 8 m³ o más de capacidad) a medida que se generan, ya sea de forma manual y/o con una pala cargadora y/o con la maquinaria empleada para la poda. El camión volcador llevará un chofer y dos operarios cargadores, que se encargarán de juntar y cargar todos los restos de poda, incluso los pequeños que pudieran diseminarse en las veredas y calles como producto de la tarea de poda. Además, principalmente en Moquehue y zonas alejadas de la planta de compost y restos de poda, podrá emplearse la batea que posee el municipio para acumular restos de poda, ya que tiene mayor capacidad que los volcadores, para luego transportarlos hasta la planta.

Todos los restos de poda serán transportados, sin tratamiento previo, a la planta de compost y restos de poda.

Los camiones se guardarán en la base operativa municipal (donde también se encontrará la oficina de servicios públicos), y allí los choferes y operarios deberán firmar el registro al comenzar y al finalizar la jornada de recolección. Los días de recolección para restos de poda serán lunes a sábados, en la franja horaria de 8 a 15 hs.

Se proveerá una capacitación completa en el sistema de gestión de residuos y en higiene y seguridad a los recolectores, y se les proporcionarán Elementos de Protección Personal (EPP) y vestimenta, controlando su correcto uso: zapatos de seguridad cómodos para la tarea de recolección, pantalón largo con franjas reflectantes, chaleco reflectante (que siempre deberá colocarse por encima de la ropa que se posea en el torso), guantes anti-corte y guantes de jardinería (los operarios decidirán qué guantes prefieren utilizar, según su comodidad).

c) Tratamiento:

La planta de compost y restos de poda funcionará de lunes a sábados, en el horario de 8 a 15 hs.

En la planta, los restos de poda tendrán la siguiente clasificación:

- Recortes de césped, plantas y hojas
- Ramas finas (de diámetro menor a 5 cm aproximadamente)
- Ramas gruesas y troncos

En los casos en que los vehículos de transporte arriben a la planta de compost y restos de poda con un sólo tipo de restos, ya sean embolsados o a granel, los descargarán en su sitio de acopio específico para cada uno: los recortes de césped, plantas y hojas serán descargados en el sector de acopio de materiales compostables, las ramas finas en su sector de acopio y las ramas gruesas y troncos en el suyo. En el caso de que vinieran restos mezclados, éstos se descargarán en el sector de recepción de restos de poda; allí serán clasificados manualmente, con ayuda de una pala ancha, para luego ser transportados a su sector de acopio mediante la pala cargadora de la planta.

Los recortes de césped, plantas y hojas serán utilizados en la mezcla de materiales para el armado de las pilas de compostaje, y allí serán procesados para producir compost (ver la sección de tratamiento de los RSD compostables en la página 139).

Las ramas finas serán procesadas mediante una chipeadora (tritadora) de ramas, que las transformará en chips de madera (los cuáles pueden ser de distintos tamaños, según el equipo que se utilice y el modo de funcionamiento que se seleccione). En la Figura 4.19 se muestra un ejemplo de chipeadora. Los chips de madera podrán tener diversas aplicaciones, entre las que se encuentran: consolidación y cobertura del suelo de los caminos internos, el estacionamiento y el patio de maniobras de la planta de compost y restos de poda, formulación de la mezcla para compostaje (favorece la aireación natural de la misma), consolidación

de caminos y uso como material de cobertura en el relleno sanitario, cobertura de suelos en viveros y caminos internos particulares, consolidación de calles, caminos y senderos públicos, uso como material de relleno de distintos materiales, etc. Habrá un sector para el almacenamiento de madera chip, formando distintas pilas según el tamaño del chip producido. Los distintos usos y aplicaciones serán decididos por el municipio, quien ofrecerá a particulares la madera chip sin costo o mediante el intercambio por algún producto o material. Como producto secundario de la trituración de las ramas se genera polvo de madera o aserrín (partículas muy finas), y se utilizará en el compostaje, principalmente por su bajo contenido de humedad y su capacidad higroscópica (Rodríguez Salinas y Córdova y Vázquez, 2006).

Las ramas gruesas y troncos serán trozados mediante la utilización de hachas manuales y/o motosierras para la producción de leña, cortando primero las puntas y ramas finas que haya para separarlas y acopiarlas como tales. El trozado se realizará de manera de obtener un tamaño de leña no mayor a 40 cm de largo y 15 cm de grosor. La leña húmeda se dispondrá a secar en pilas en un sitio soleado por un período de 8 meses, para reducir la humedad de la misma hasta un 20% aproximadamente y asegurar una combustión eficiente (INTA, 2013). Luego del secado, la leña se envasará en bolsas de papel de doble pliego con pesos netos de entre 5 y 10 kg (de forma manual, con ayuda de una balanza comercial), para poder transportarlas y entregarlas a los consumidores. Habrá un sector techado para el envasado y almacenamiento de la leña. Los destinatarios principales de la leña serán aquellas personas que no posean red de gas, facilitándoles el acceso a este combustible para la calefacción y cocción en sus hogares (se evaluará la entrega de leña a las comunidades mapuches de la zona, y a domicilios que tengan red de gas pero deseen utilizar leña para cocción o en estufas o salamandras). Los modos de entrega del producto deberán analizarse, pero podrá ser en la planta de compost y restos de poda, en el edificio municipal, y/o en campañas de reparto con vehículos municipales.

Diseño del sector de restos de poda de la planta de compost y restos de poda: aunque previamente se proyectó la generación aproximada de restos de poda (ver Tabla 4.13), es imposible saber su distribución a lo largo del año y los volúmenes que ocuparán, ya que depende de la proporción de generación de cada tipo (césped/plantas/hojas/ramas/troncos). Se tomaron valores estimativos para las áreas requeridas para cada sector de la planta (los cuales podrán modificarse durante la gestión, de acuerdo a las necesidades):

- Sector de recepción de restos de poda: 200 m².

- Sector de acopio de ramas finas: 200 m².
- Sector de acopio de ramas gruesas y troncos: 150 m².
- Sector de trituración y acopio de chip: se recomienda emplear una chipeadora de arrastre, que permita triturar ramas de hasta 10 cm de diámetro, aunque se vaya a utilizar para ramas de hasta 5 cm aproximadamente. Ya que este sector no será techado, la chipeadora podrá guardarse en el sector de envasado y almacenamiento. El área estimada que ocupará este sector será de 150 m².
- Playa de secado: 300 m². La leña se secará en pilas, buscando la mayor estabilidad de las mismas para minimizar la posibilidad de accidentes. El suelo deberá tener una mínima pendiente que evite el encharcamiento de las pilas, y cuando se produzcan precipitaciones en forma de nieve, ésta deberá quitarse de la superficie de las mismas, reduciendo el humedecimiento de la leña.
- Sector de envasado y almacenamiento: tendrá un techo de chapa con estructura metálica, para proteger al producto final y los equipos móviles de las precipitaciones; se encontrará junto al sector de empaque y almacenamiento de compost. Tendrá una superficie de 200 m².

Los traslados de material dentro de la planta, entre sectores y dentro de ellos, podrán realizarse manualmente usando carretillas (cuando las distancias y los volúmenes sean pequeños) o mediante la pala cargadora o un camión volcador, aprovechando los momentos de recepción de restos de poda.

El diseño de la planta de compost y restos de poda se presenta en el plano PCyRP2 (ver página 303).

La planta de compost y restos de poda (sector de restos de poda) contará con los siguientes puestos de trabajo:

- 1 persona para vigilancia y control de la entrada en particular, y de la planta en general. También realizará las tareas administrativas y de dirección de la planta (es la misma persona que se indicó previamente para el sector de compost).
- 1 persona se encargará del control de los materiales descargados en la planta y de dirigir su clasificación (es la misma persona que se indicó previamente para el sector de compost).

- 2 personas estarán a cargo de los transportes de todos los materiales dentro de la planta (son las mismas personas que se indicaron previamente para el sector de compost).
- 2 personas estarán a cargo del chipeo de ramas, del trozado de ramas y troncos y del armado de las pilas para secado de leña. También colaborarán en otras tareas de la planta cuando tengan tiempo disponible.
- 1 persona se encargará del envasado y almacenamiento de leña seca (es la misma persona que se indicó previamente para el empaque y almacenamiento del sector de compost).

Los trabajadores de la planta deberán poseer y utilizar los elementos de seguridad y de protección personal adecuados: zapatos de seguridad, chaleco reflectante, casco, guantes de jardinería o anti-corte, barbijo, gafas de seguridad y protectores auditivos, cuando la tarea lo requiera. La planta deberá contar los tipos y cantidad de matafuegos correspondientes.

4.2.2.2. Restos de poda privada

Los restos de poda generados por particulares en sus domicilios se gestionarán de dos formas distintas, dependiendo del volumen generado:

- Embolsables: recortes de césped, plantas, hojas y pequeñas ramas, que ocupen poco espacio (menos de 100 litros aproximadamente) y puedan ser colocados en bolsas compostables.
- A granel: recortes de césped, ramas grandes y pequeñas, hojas, tierra, plantas y troncos, que ocupen un espacio considerable (más de 100 litros).

Los restos de poda embolsables serán gestionados de la misma forma que los RSD compostables y junto con ellos (ver secciones de separación en origen y disposición inicial de RSD, en la página 124).

Por otro lado, las etapas de la gestión de los restos de poda **a granel** será la siguiente:

d) Generación y disposición inicial:

Cada generador deberá contactarse con la oficina de servicios públicos de la municipalidad para coordinar el día y el horario aproximado para el retiro de los restos de poda, preferentemente antes de generarlos. La comunicación podrá ser llamando por teléfono o presentándose personalmente en la oficina. El momento de retiro de los restos de poda será propuesto por el generador, pero estará sujeto a la disponibilidad de días y horarios de recolección del servicio. La oficina de servicios públicos intentará coordinar los retiros buscando minimizar el consumo

de combustible, por lo que los agrupará en base a su ubicación geográfica, en la medida de lo posible, pero no podrá postergar el retiro más de 1 semana respecto de la fecha planteada por el generador.

El generador dispondrá los restos de poda sin embolsar en la calle, delante de su domicilio, junto al cordón. Se intentará que la recolección sea realizada el mismo día que la disposición inicial, buscando que los restos pasen el menor tiempo posible en la vía pública y minimizar la diseminación de los mismos. En caso de presentarse una situación imprevista que impida la recolección (condiciones meteorológicas adversas, por ejemplo), la oficina de servicios públicos deberá comunicarse con el generador, con la mayor antelación posible para postergar el retiro de los residuos, solicitándole que no los disponga en la vía pública hasta ese entonces.

e) Recolección y transporte::

La recolección se realizará con un camión con caja volcadora (preferentemente que sea a partir de 8 m³ de capacidad), que tendrá un chofer y dos operarios cargadores que dispondrán de palas anchas y escobas para levantar todos los residuos de poda; en el caso de grandes volúmenes de restos de poda, que requiriesen el uso de una pala cargadora, la oficina de servicios públicos autorizará su uso (esta oficina deberá consultar qué tipo de poda realizará el vecino para saber previamente si se requerirá el uso de la pala). El camión deberá realizar el recorrido planificado por los domicilios, y transportará lo recolectado hasta la planta de compost y restos de poda (esto lo hará cuando se llene la caja del camión y cuando se complete el recorrido). El camión se guardará en la base operativa municipal (donde también se encuentra la oficina de servicios públicos), y allí el chofer y los operarios deberán firmar el registro al comenzar y al finalizar la jornada de recolección. Los días de recolección para restos de poda serán lunes a sábados, en la franja horaria de 8 a 15 hs. El servicio no se le cobrará al generador, independientemente de la frecuencia de uso.

Se cree que será suficiente contar con 2 camiones, pero deberá evaluarse durante la gestión.

Se proveerá una capacitación completa en el sistema de gestión de residuos y en higiene y seguridad a los recolectores, y se les proporcionarán Elementos de Protección Personal (EPP) y vestimenta, controlando su correcto uso: zapatos de seguridad cómodos para la tarea de recolección, pantalón largo con franjas reflectantes, chaleco reflectante (que siempre deberá colocarse por encima de la

ropa que se posea en el torso), guantes anti-corte y guantes de jardinería (los operarios decidirán qué guantes prefieren utilizar, según su comodidad).

f) Tratamiento:

El tratamiento se realizará en la planta de compost y restos de poda, y se encuentra descrito en la sección anterior (ver página 146).

Respecto al consumo de combustible, resulta imposible proyectarlo debido a que la recolección y el transporte de restos de poda no tendrán frecuencia y recorrido fijos. Por esta razón, para el presente proyecto sólo se supondrá un consumo de 250 litros de combustible Infinia Diesel por semana, pero probablemente difiera del valor real durante la gestión.

4.2.3. Áridos

En primer lugar, se deberá considerar el volumen de áridos generado para determinar su gestión. Si el domicilio generara un volumen de áridos menor a 20 litros aproximadamente, podrá gestionarlo como RSD del tipo BASURA (ver página 119); si el volumen fuera mayor, la gestión será como se indica a continuación.

a) Generación y disposición inicial:

Cada generador deberá contactarse con la oficina de servicios públicos de la municipalidad (personalmente o por teléfono) para informar que generó o generará escombros, residuos de construcción, etc., y coordinará el momento en que se le entregará un volquete en alquiler para colocar los mismos. Deberá indicar el tiempo que requerirá tener el volquete, y éste dependerá de las unidades que haya disponibles. Un camión volquetero (autocargador), que sólo requerirá de un chofer (no se necesitarán operarios), llevará un volquete hasta el domicilio en el momento pactado, y podrá dejarlo en el interior de la propiedad (si fuera posible), en la vereda (sin obstruir el paso peatonal) o en la calle frente al domicilio, según lo que prefiera el generador. La disposición inicial será directamente en el interior del volquete, y no se permitirá la disposición a granel de áridos en la vía pública. El generador deberá colocar áridos en el volquete; es decir, no podrá mezclarlos con RSD, restos de poda u otros residuos. Los volquetes serán metálicos, de 5 m³ de capacidad. En la Figura 4.20 se muestra un ejemplo de camión autocargador con 2 volquetes apilados. Estos volquetes permiten que el camión transporte varias unidades vacías de manera apilada, ahorrando viajes y combustible.

El servicio de alquiler de volquete para áridos tendrá un costo por día (a evaluar por el municipio, pero que se recomienda sea alrededor del equivalente en pesos de USD 20), que se cobrará junto con los impuestos municipales del domicilio en la siguiente factura. En el caso de que se colocaran en el volquete otros tipos de residuos, ya sea mezclados o no con áridos, se cobrará un recargo en el alquiler.

b) Recolección y transporte:

Una vez cumplido el período de alquiler del volquete, éste será retirado con un camión volquetero, y será transportado hasta el sitio de acopio y tratamiento de áridos, donde se realizará la descarga del contenido. En caso de que hubiera otros tipos de residuos en el contenedor, se evaluará la posibilidad de separarlos en el sitio de acopio; sino se llevarán en su totalidad a disposición final al relleno sanitario.

El camión siempre se guardará en la base operativa municipal, donde el chofer deberá firmar el registro al comenzar y al finalizar cada jornada. El horario de trabajo será de lunes a sábados, de 8 a 15 hs. Los volquetes que no se encuentren alquilados también se guardarán en la base operativa, apilados, aunque se podrán dejar hasta 3 unidades en el sitio de acopio y tratamiento, si el chofer o la oficina de servicios públicos lo consideraran conveniente para la logística.

En lo que respecta al equipamiento, se cree que en un principio será suficiente para el municipio trabajar con 1 camión volquetero y 10 volquetes apilables; esto se corroborará durante la gestión y podrá ajustarse a las necesidades que se observen.

Al ser una actividad cuya frecuencia e intensidad no puede planificarse, se supondrá un consumo de combustible menor al correspondiente a los restos de poda, tomando un valor de 200 litros de combustible Infinia Diesel por semana.

Al chofer se le proporcionarán Elementos de Protección Personal (EPP) y vestimenta: zapatos de seguridad, pantalón largo con franjas reflectantes, chaleco reflectante (que siempre deberá colocarse por encima de la ropa que se posea en el torso), guantes anti-corte y guantes de jardinería.

c) Tratamiento:

El sitio destinado al acopio y tratamiento de áridos (“sector de áridos”) se sugiere que sea en la base operativa municipal. Será un área de 150 m², de los cuales 25 m² tendrán techo, y es donde se realizará la trituración.

El camión depositará el contenido del volquete en una porción de descarga del sector de áridos. Una o dos personas se encargarán de determinar qué fracción no requerirá tratamiento, debido a que su granulometría es homogénea y menor o igual a 4 cm; ésta será movida al sector de acopio mediante el uso de palas manuales o

pala mecánica. También determinarán qué materiales no podrán ser triturados, como chapas, hierros y maderas, y los moverán también al sector de acopio. La fracción a ser triturada se dejará en este sector, al lado de una cinta transportadora que alimentará a una trituradora de mandíbulas.

El material a triturar deberá tener un tamaño que le permita ingresar en la boca de entrada de la trituradora; si no lo tuviera, se deberá reducir su tamaño utilizando un pico manual. El material será cargado en la cinta transportadora, que lo elevará y lo descargará en la boca de la trituradora de mandíbulas. En la salida de la trituradora habrá otra cinta transportadora, que descargará el material triturado en el sitio de acopio del mismo. La trituradora de mandíbulas a emplear se recomienda que no sea de gran capacidad -menor a 3 toneladas/hora de procesamiento-, para reducir la inversión y el consumo eléctrico, ya que la cantidad de material a procesar no se cree que vaya a superar dicho valor. En las Figuras Figura 4.24 y Figura 4.23 se muestran ejemplos de estos equipos, y en la Figura 4.22, una planta de trituración de áridos en funcionamiento.

Los áridos serán utilizados luego por el municipio con distintas aplicaciones, entre las que se encuentran: confección de los caminos internos del relleno sanitario y cubierta de residuos, consolidación de caminos no pavimentados del municipio, material de construcción en distintos tipos de obras, etc. También se podrá evaluar que los vecinos puedan aprovechar los materiales para obras particulares, ya sea pagando o no al municipio por dicho producto.

A los trabajadores del tratamiento de áridos se los capacitará en las tareas específicas a realizar y se les proporcionarán Elementos de Protección Personal (EPP) y vestimenta: zapatos de seguridad, pantalón largo, casco, guantes anti-corte, guantes de jardinería, gafas de seguridad y protectores auditivos.

4.2.4. Producido de barrido y de mantenimiento de espacios verdes

Al igual que para el municipio de Aluminé, aquí no se planteará una frecuencia de barrido y mantenimiento de espacios verdes, sino que se determinará la metodología a seguir desde la disposición inicial del producido, respetando la frecuencia actual de estos servicios. Desconociendo la gestión actual de este servicio, se sugiere aumentar la frecuencia de barrido y de limpieza de espacios públicos durante la temporada alta.

El producido de barrido de calles habitual se colocará en bolsas de basura (negras), ya que puede contener mayormente mezcla de tierra, polvo, hojas, plásticos, agua y restos de lubricantes de vehículos. En otoño, con la gran caída de hojas, éstas podrán colocarse en bolsas compostables cuando sean barridas de veredas o calles no pavimentadas, y cuando a simple vista los barrenderos no observen otros residuos mezclados. Por esta razón se recomienda el empleo de cestos barrenderos dobles, para poder diferenciar clasificar en basura o materiales compostables; en la Figura 4.25 se muestra un ejemplo de éstos.

Respecto al mantenimiento de espacios verdes, ya sea mediante barrido, corte de césped o poda (éstos 2 últimos se indicaron en la sección “Restos de poda pública”, en la página 144), el producido se colocará en bolsas compostables si no se observaran otros residuos mezclados (como plásticos o papeles); en el caso de observarse otros tipos de residuos mezclados, se colocarán en bolsas de basura (negras).

Cuando se trate de poda y corte de césped de espacios verdes, las bolsas compostables serán colocadas sobre el cordón de la vereda, como se indicó anteriormente (ya que serán recolectadas específicamente por camiones volcadores o camionetas pick-up. En cambio, las bolsas resultantes del barrido de calles, veredas y espacios verdes serán colocadas en cestos comunitarios (si los hubiera en dicha cuadra) o sobre el cordón de la vereda, y luego serán recolectadas por el servicio de recolección de RSD correspondiente.

A los barrenderos y encargados del mantenimiento de espacios verdes se los capacitará en las tareas y se les proporcionarán Elementos de Protección Personal (EPP) y vestimenta: zapatillas cómodas con suela antideslizante, pantalón largo, guantes de jardinería y gafas de seguridad (estos últimos para el corte de césped).

4.2.5. RAEEs, NFU y AVU

Como se indicó en el diagnóstico, ya existe la iniciativa y principios de gestión de estos residuos; aquí se propone intensificar y optimizar dicha gestión de base.

❖ **RAEEs**

Los RAEEs se recepcionarán en la oficina de servicios públicos (base operativa municipal). Además existirá la posibilidad de que el generador coordine el retiro del aparato por su domicilio, en caso de que no pueda llevarlo a la oficina; para ello deberá comunicarse con la oficina de servicios públicos para que un camión volcador o una camioneta tipo pick-up (dependiendo del tamaño de los aparatos) realice el retiro. El servicio de retiro y de recepción

de RAEEs estará vigente y disponible, sin costo, a lo largo de todo el año, a diferencia de lo que ocurre actualmente (sólo recepción, durante un mes al año).

Los aparatos retirados por los domicilios y los recibidos en la oficina de servicios públicos serán acopiados en la base operativa, de forma ordenada, aprovechando eficientemente el espacio y dejando pasillos de paso de 1 metro de ancho). Habrá un sector preparado para el acopio de RAEEs, con techo de chapa y suelo hormigonado, para evitar la percolación de líquidos que pudieran desprenderse de los residuos. Éste tendrá alrededor de 60 m².

Se permitirá que comercios que se dediquen a la reparación de aparatos eléctricos y electrónicos puedan acercarse a la planta y retirar los RAEEs que deseen para repararlos y/o recuperar piezas útiles, sin costo alguno para ellos. Esto permitirá la reutilización de equipos y piezas, reducir el volumen de residuos a tratar y contribuir a la economía de comercios locales.

Cuando se observe que el sector de acopio se haya ocupado en más del 70% de su capacidad, se contactará a la empresa que se ocupa actualmente del tratamiento (u otra empresa habilitada para ello) para coordinar la entrega de los mismos. En la entrega, el municipio exigirá un certificado de tratamiento por el volumen o peso aproximado de los residuos.

❖ **NFU**

Los NFU se recepcionarán en la oficina de servicios públicos. Además, las gomerías podrán comunicarse con la oficina de servicios públicos para solicitar su retiro con un camión volcador, cuando tengan una cantidad acumulada que lo justifique. Este servicio estará vigente durante todo el año.

El sitio de acopio principal será la planta de clasificación de Aluminé, donde habrá un sector techado para colocar los neumáticos apilados, evitando la acumulación de agua en su interior (no es necesario impermeabilizar el suelo, puede ser suelo natural). Este sector tendrá un área aproximada de 50 m², y servirá también para el acopio de NFU del municipio de Aluminé. Según lo expresado por el municipio de Aluminé, la generación de estos residuos no es muy significativa en la zona, por lo que inicialmente los NFU serán acopiados en un sector pequeño, techado, de la base operativa; luego serán trasladados a la planta de clasificación, buscando aprovechar un viaje hacia allí.

Se permitirá que vecinos, escuelas y talleres (de arte, por ejemplo) puedan retirar neumáticos de la base operativa y de la planta de clasificación (coordinando previamente con la oficina de medio ambiente) para diversas aplicaciones, y también podrán utilizarse como macetas en la base operativa y/o en la planta de clasificación. En la Figura 4.26 se muestran ejemplos de estos usos.

Los neumáticos que no fueran reutilizados serán enviados a tratar por el gobierno de la provincia de Neuquén una vez al año, manteniendo esta parte de la gestión de la misma manera que en la actualidad.

❖ AVU

Se hará hincapié en el aceite vegetal usado generado por los comercios gastronómicos, pero se incentivará a que sea juntado en todos los domicilios.

El municipio adquirirá bidones de 5 litros con boca ancha y tapa a rosca, y los distribuirá sin costo a todos los comercios gastronómicos. Según el registro municipal existen 30 comercios de este tipo, y se entregarán 3 bidones a cada uno. Los comercios deberán entregar los bidones llenos de AVU en la oficina de servicios públicos o de medio ambiente, y retirarán bidones vacíos. Se vaciará el AVU luego en un bin de 1000 litros que se encontrará en la base operativa para su acopio, y los bidones vacíos quedarán en condiciones de ser reutilizados nuevamente por los comercios.

Se fomentará la costumbre de guardar el AVU generado en los domicilios, en recipientes con tapa a rosca (bidones, botellas, etc.), y se recibirán en la oficina de servicios públicos o de medio ambiente para luego vaciarlos en el bin ubicado en la base operativa. Luego los recipientes vacíos podrán ser reutilizados, o ser gestionados como reciclables o como basura, dependiendo de sus características.

El AVU acopiado se podrá donar a la escuela secundaria agrotécnica Sagrada Familia de Aluminé, que en conjunto con la empresa Bucalemu y el municipio de Aluminé están comenzando a producir biodiesel a partir de aceite vegetal usado (Gonzales, 2018), o a otros emprendimientos particulares que deseen utilizarlo. Si no fuera aprovechado de esta manera, será retirado y gestionado por el gobierno provincial, como ocurre en la actualidad.

4.2.6. Voluminosos

El mobiliario y los artefactos no eléctricos que sean descartados serán gestionados de la siguiente manera:

a) Generación y disposición inicial:

Cada generador deberá contactarse con la oficina de servicios públicos de la municipalidad para coordinar el día y el horario aproximado para el retiro de los voluminosos. La comunicación podrá ser llamando por teléfono o presentándose personalmente en la oficina. El momento de retiro será propuesto por el generador,

pero estará sujeto a la disponibilidad de días y horarios de recolección del servicio. La oficina de servicios públicos intentará coordinar los retiros buscando minimizar el consumo de combustible, por lo que los agrupará en base a su ubicación geográfica, en la medida de lo posible, pero no podrá postergar el retiro más de 1 semana respecto de la fecha planteada por el generador.

El generador dispondrá los voluminosos sin embolsar o en una bolsa abierta, junto al cesto domiciliario. En caso de presentarse una situación imprevista que impida la recolección (condiciones meteorológicas adversas, por ejemplo), la oficina de servicios públicos deberá comunicarse con el generador, con la mayor antelación posible para postergar el retiro de los voluminosos, solicitándole que no los disponga en la vía pública hasta ese entonces.

b) Recolección y transporte::

La recolección se realizará con un camión con caja volcadora (preferentemente que sea a partir de 8 m³ de capacidad y que posea sistema de almeja o garra-pulpo hidráulica integrada, para facilitar la carga de artefactos pesados), que tendrá un chofer y dos operarios cargadores. El camión deberá realizar el recorrido planificado por los domicilios, y transportará lo recolectado hasta la base operativa municipal (esto lo hará cuando se llene la caja del camión y cuando se complete el recorrido). El camión se guardará en la base operativa municipal (donde también se encuentra la oficina de servicios públicos), y allí el chofer y los operarios deberán firmar el registro al comenzar y al finalizar la jornada de recolección. Los días disponibles para la recolección de voluminosos serán lunes a sábados, en la franja horaria de 8 a 15 hs, pero probablemente sea un servicio con demanda intermitente. El servicio no se le cobrará al generador, independientemente de la frecuencia de uso.

Se cree que contar con un camión será suficiente, pudiendo éste también utilizarse para otros servicios.

Se proveerá una capacitación completa en el sistema de gestión de residuos y en higiene y seguridad a los recolectores, y se les proporcionarán Elementos de Protección Personal (EPP) y vestimenta, controlando su correcto uso: zapatos de seguridad cómodos para la tarea de recolección, pantalón largo con franjas reflectantes, chaleco reflectante (que siempre deberá colocarse por encima de la ropa que se posea en el torso), guantes anti-corte y guantes de jardinería (los operarios decidirán qué guantes prefieren utilizar, según su comodidad).

c) Tratamiento / disposición final:

En la base operativa habrá un sector para la descarga y el almacenamiento temporal de los voluminosos. Se registrarán y fotografiarán los productos allí almacenados, indicando su estado y características generales. Esta información la analizará la oficina de servicios públicos, y se estudiarán posibilidades de reutilización, reacondicionamiento y/o reciclado de los mismos (o componentes de ellos). En caso de que dicha oficina no halle factibles estas posibilidades, publicará los productos en la página web del municipio, y comercios o vecinos interesados en ellos podrán solicitarlos de manera gratuita. Si luego de 2 meses no se encontrara otro destino, podrá tomarse la decisión de llevarlos a disposición final al relleno sanitario.

4.2.7. Lámparas, tubos de iluminación, pilas y baterías

Estos residuos no son gestionados junto con los RAEEs debido a la gran dificultad de ser reciclados y a los componentes especiales que presentan. Por esta razón serán recibidos en la oficina de servicios públicos y de medio ambiente, donde deberán ser colocados, con precaución de no romperse, en contenedores plásticos industriales con tapa, que retendrán cualquier partícula o fluido que pudiera generarse por rotura. Si un generador tuviera una cantidad significativa de estos residuos para desechar, podrá comunicarse con la oficina de medio ambiente para coordinar su retiro. En caso de que algún vecino notara la rotura de uno de estos residuos cuando los colocara en los contenedores, deberá avisarlo en la oficina de servicios públicos o en la de medio ambiente.

Se acopiarán estos residuos en los contenedores plásticos en la base operativa, y se contratará a una empresa habilitada para el transporte, tratamiento y disposición final de ellos.

4.2.8. Residuos patógenos

Como se indicó en el diagnóstico, los residuos patógenos generados por los centros de salud provinciales son gestionados por el gobierno provincial (lo cual no se discutirá ni tratará en este proyecto, ya que depende exclusivamente de la provincia), y se desconoce la gestión de los generados por privados.

Se proponen 2 alternativas para la gestión de los residuos patógenos de privados:

- Acordar con el gobierno provincial el retiro de residuos patógenos por el domicilio de cada generador, brindando un correcto transporte y tratamiento. El retiro se realizaría los días en que habitualmente se retiran los residuos patógenos de los centros de salud provinciales, reduciéndose ampliamente los costos de transporte.

- Contratar el retiro de residuos patógenos mediante la empresa CLIBA (u otra empresa habilitada) por el domicilio de cada generador, con una frecuencia mínima de una vez por semana.

Es deseable que la coordinación de la gestión la lleve el municipio (como en el caso de Aluminé, donde el municipio le cobra una tasa a cada generador, y luego le paga a la empresa por el servicio) para facilitar el control de la misma. Se buscará cobrar una tasa fija por el servicio, sin depender de la cantidad generada por cada uno; podría estar dada según la superficie ocupada por el sector donde se generan los residuos patógenos de cada comercio y por el rubro.

En el registro municipal se encontraron 5 comercios que requerirían retiro de residuos patógenos: 2 centros de consultorios médicos privados, 2 veterinarias y 1 farmacia.

4.2.9. Residuos especiales

Se propone centralizar en el municipio la coordinación del retiro de residuos especiales por los comercios generadores y su posterior tratamiento.

Como se indicó en el diagnóstico, existe un convenio firmado entre el municipio de Aluminé y Vialidad Provincial para el retiro y tratamiento de los residuos especiales del lubricentro de su localidad. Se propone la siguiente gestión: se podría firmar un convenio entre el municipio de Villa Pehuenia-Moquehue y Vialidad Provincial para que se realice el retiro de residuos especiales por el lubricentro, los talleres mecánicos, la estación de servicio y otros comercios generadores. También se podría acordar con el lubricentro una reducción en los impuestos municipales si recibiera residuos de lubricantes de vecinos del municipio en su depósito de residuos especiales, para gestionarlos junto con los suyos; de esta manera se minimizaría la mezcla de residuos con características especiales generados en viviendas con los RSD.

Otros residuos especiales de importancia son los medicamentos y productos farmacéuticos vencidos o inutilizados, que habitualmente se gestionan junto con los RSD. Las farmacias y veterinarias deberán separar y acopiar estos residuos en sus comercios; además habrá un contenedor plástico en la oficina de medio ambiente (bajo control, para evitar cualquier intoxicación o hurto) donde se recibirán estos residuos, para que los vecinos puedan acercarlos y no los mezclen con los RSD. Luego se coordinará el retiro de todos estos residuos con la empresa CLIBA (u otra empresa habilitada); se cree que un retiro por mes será suficiente, y podrá coincidir con un retiro de residuos patógenos para reducir los costos de transporte.

4.2.10. Campaña de comunicación

La campaña de comunicación tendrá los mismos lineamientos que los planteados para el municipio de Aluminé (ver página 109).

4.2.11. Fiscalización del sistema y atención al vecino

La fiscalización del sistema y la atención al vecino se llevarán adelante con la misma modalidad que en el municipio de Aluminé (ver página 114).

4.2.12. Organización y distribución de tareas

En la actualidad, las áreas municipales relacionadas con la higiene urbana y la gestión de residuos se entiende que son las siguientes (Figura 4.42):

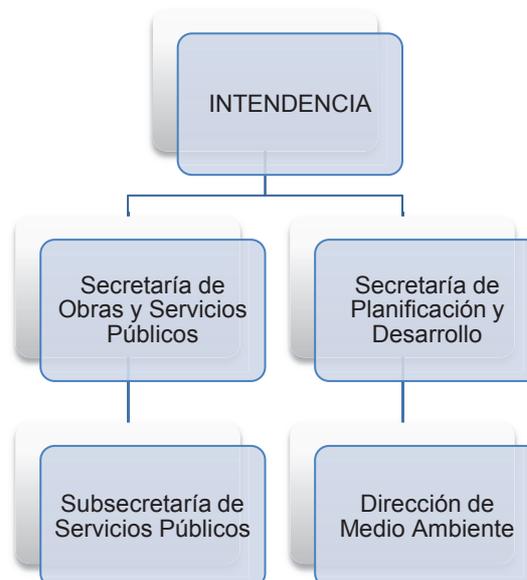


Figura 4.42: Áreas del municipio de Villa Pehuenia-Moquehue que estarían relacionadas con la higiene urbana y la gestión de residuos en la actualidad.

Se propone realizar algunas ligeras modificaciones en este sector del organigrama municipal, para optimizar el funcionamiento del sistema de gestión de residuos; en la Figura 4.43 se muestra el organigrama sugerido en lo que refiere a higiene urbana y gestión de residuos:

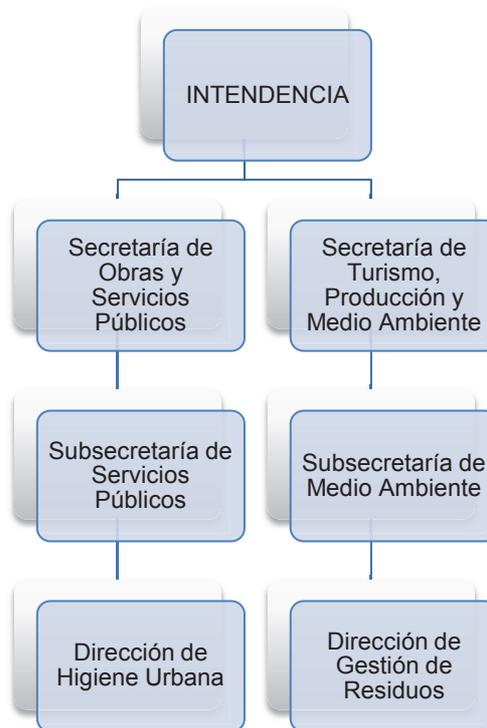


Figura 4.43: Organigrama municipal sugerido para el funcionamiento de la higiene urbana y la gestión de residuos en Villa Pehuenia-Moquehue.

En este nuevo organigrama se puede observar que las áreas de servicios públicos y de medio ambiente tienen categoría de Subsecretaría, dándole mayor relevancia a cada una por separado e igualando sus categorías entre sí para permitir una relación más directa, sencilla y fluida para acordar las tareas que las relacionan (lo mismo ocurre con las áreas de higiene urbana y de gestión de residuos, que dependen directamente de ellas). La Dirección de Higiene Urbana deberá encargarse de los servicios de barrido, limpieza, poda pública, mantenimiento de espacios verdes, y recolección y transporte de residuos, y la Dirección de Gestión de Residuos se encargará de la coordinación general del sistema de gestión y de realizar todas las tareas concernientes a la campaña de comunicación, fiscalización, atención al vecino, y tratamiento y disposición final de residuos.

Los trabajadores que se requerirán, específicamente en lo que respecta a gestión de residuos, en el sistema de gestión diseñado son los siguientes:

- Dirección de Higiene Urbana: 1 funcionario y 1 administrativo
- Dirección de Gestión de Residuos: 1 funcionario y 2 administrativos
- Recolección y transporte de RSD: 2 choferes y 4 operarios
- Recolección y transporte de RSUnD: 2 choferes y 4 operarios para los camiones volcadores, y 1 chofer para el camión volquetero
- Planta de compost y restos de poda de Villa Pehuenia-Moquehue: 7 personas

- Fiscalización: 1 o 2 personas
- Concientizadores: 2 personas con contratos temporales
- Personal de barrido y limpieza: se continuará con el personal existente, en un principio, o se analizarán las incorporaciones que el municipio considere necesarias.
- Planta de clasificación y Relleno sanitario: se indican más adelante en las secciones respectivas.

4.3. Gestión de residuos en las áreas por fuera de los ejidos municipales

Como se indicó en el diagnóstico, la provincia de Neuquén posee un sistema de ejidos no colindantes, y esto afecta negativamente al ambiente, a los vecinos y a los emprendimientos establecidos en las zonas halladas fuera de los ejidos municipales, debido a la falta de gestión de residuos. En la presente sección se propone un sistema complementario a los presentados para los municipios de Aluminé y Villa Pehuenia-Moquehue, y que involucra a ambos municipios como actores solidarios en la gestión de residuos de zonas cercanas a ellos, ya que la actividad turística de estas zonas es beneficiosa para ellos y, a su vez, los impactos ambientales podrían afectarlos.

Ambos municipios brindarán un servicio semanal de recolección a las zonas de Ñorquinco y Rucachoroi para 2 tipos de RSD, de forma diferenciada: materiales reciclables y basura. Los domicilios que deseen que sus RSD sean recolectados deberán separarlos en origen, en las 3 categorías indicadas para los municipios (basura / materiales reciclables / materiales compostables, ver página 49), y realizar la disposición inicial de los materiales reciclables y la basura en cestos de residuos domiciliarios o comunitarios (con características similares a las normadas para ambos municipios) al costado de las rutas principales (rutas provinciales 11 y 18). La basura deberá disponerse en bolsas cerradas, mientras que los materiales reciclables podrán disponerse en bolsas abiertas, cajas u otros recipientes, de manera que el personal de recolección pueda diferenciarlos. Por otro lado, se deberá implementar una campaña de comunicación que incluya, al menos, la distribución de folletos por los domicilios y en las escuelas, con explicaciones claras sobre el sistema de gestión integral de residuos y el servicio de recolección, e instructivos sencillos para fomentar el compostaje de los materiales compostables y la producción de leña a partir de los restos de poda. El servicio de recolección no tendrá costo para los domicilios, y siempre estará supeditado a las condiciones meteorológicas y la transitabilidad de las rutas.

En lo que respecta a los RSUnD, los municipios no brindarán servicio de recolección a estas zonas, pero dispondrán ciertos puntos a donde podrán acercarse RAEEs, voluminosos, áridos, lámparas y tubos de iluminación, pilas, baterías y NFU.

4.3.1. Zona Rucachoroi

El municipio de Aluminé se encargará de la recolección de RSD en la zona Rucachoroi. El recorrido a realizar será sobre la ruta provincial 18, entre el límite oeste del ejido municipal de Aluminé y la costa este del lago Rucachoroi, prestándole servicio principalmente a la

comunidad Mapuche Aigo, al Parque Nacional Lanín, escuelas y a otros comercios y viviendas inclusive. Saliendo de la base operativa, los camiones se trasladarán hasta el extremo oeste del recorrido, y allí comenzarán la recolección, terminando en el extremo este de la ruta, para minimizar el consumo de combustible. Luego, se realizará la descarga de los materiales reciclables en la planta de clasificación, y de la basura en el relleno sanitario, y los camiones retornarán a la base operativa. Las rutas se muestran en la Figura 4.44.

La recolección se realizará los días sábado por la mañana, y se emplearán 2 camiones compactadores de carga trasera (uno para los materiales reciclables y otro para la basura), con un chofer cada uno, que viajarán uno detrás de otro, y 2 operarios cargadores en total, que irán recolectando y cargando los RSD en el camión correspondiente.

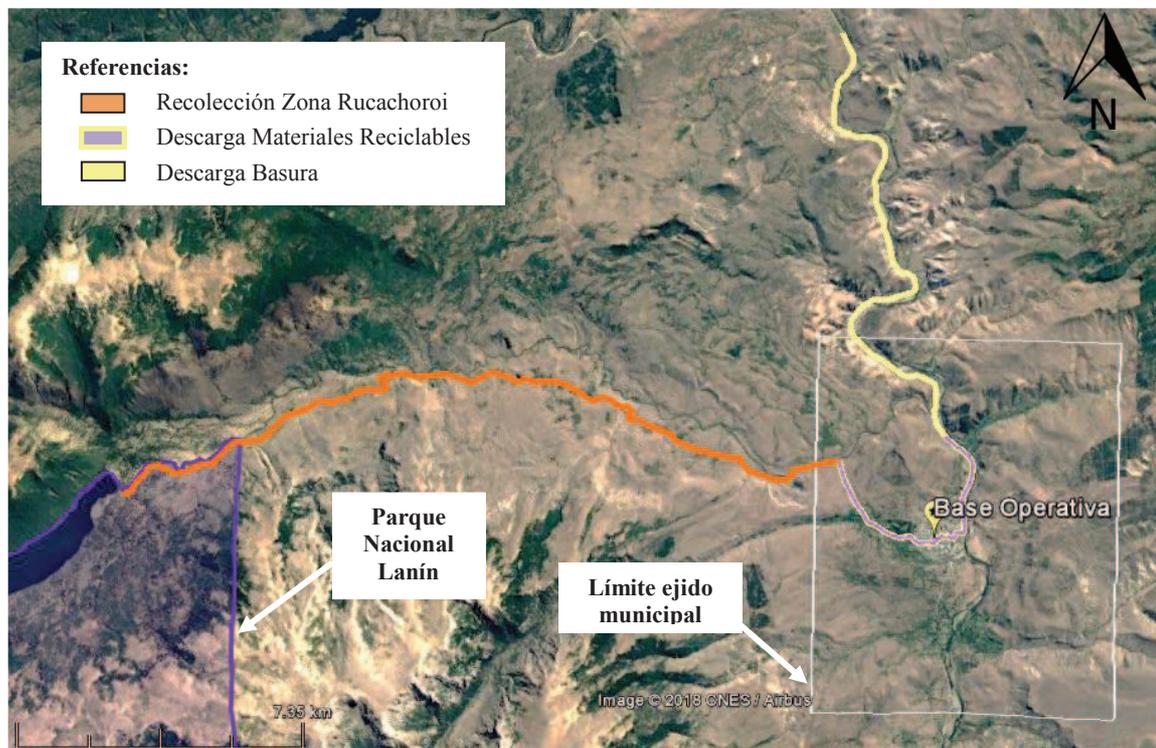


Figura 4.44: Imagen satelital con los recorridos de recolección y descarga de materiales reciclables y basura para la zona Rucachoroi. Fuente: Elaboración propia mediante el uso de Google My Maps y Google Earth.

Por otro lado, el municipio no brindará servicio de recolección de RSUnD, pero los domicilios podrán acercar áridos, RAEEs, NFU, voluminosos, lámparas, tubos de iluminación, pilas y baterías a los puntos de recepción y de acopio indicados para cada uno en el municipio de Aluminé (ver páginas 98, 103, 105 y 107).

- Generación y recolección de RSD en la zona Rucachoroi:

Según la información del INDEC, el Censo 2010 determinó un total de 748 habitantes en la zona Rucachoroi. Se proyectó la población desde el año 2018 hasta el 2038 (ver página 241), obteniéndose los valores de 932 y 1613 habitantes, respectivamente.

Para los cálculos de generación de RSD se tomaron como parámetro sólo las proyecciones demográficas, ya que no se encontró información respecto de la actividad turística ni comercial, y se considera que es probable que parte de la población de esta zona no utilice el servicio de recolección, ya sea por encontrarse lejos de la ruta o por hábitos y costumbres. Teniendo en cuenta las mismas consideraciones de generación per cápita y composición que para los municipios de Aluminé y Villa Pehuenia-Moquehue, se estimaron las cantidades de RSD a recolectar por día (ver página 246), obteniéndose el resultado de la Figura 4.45:

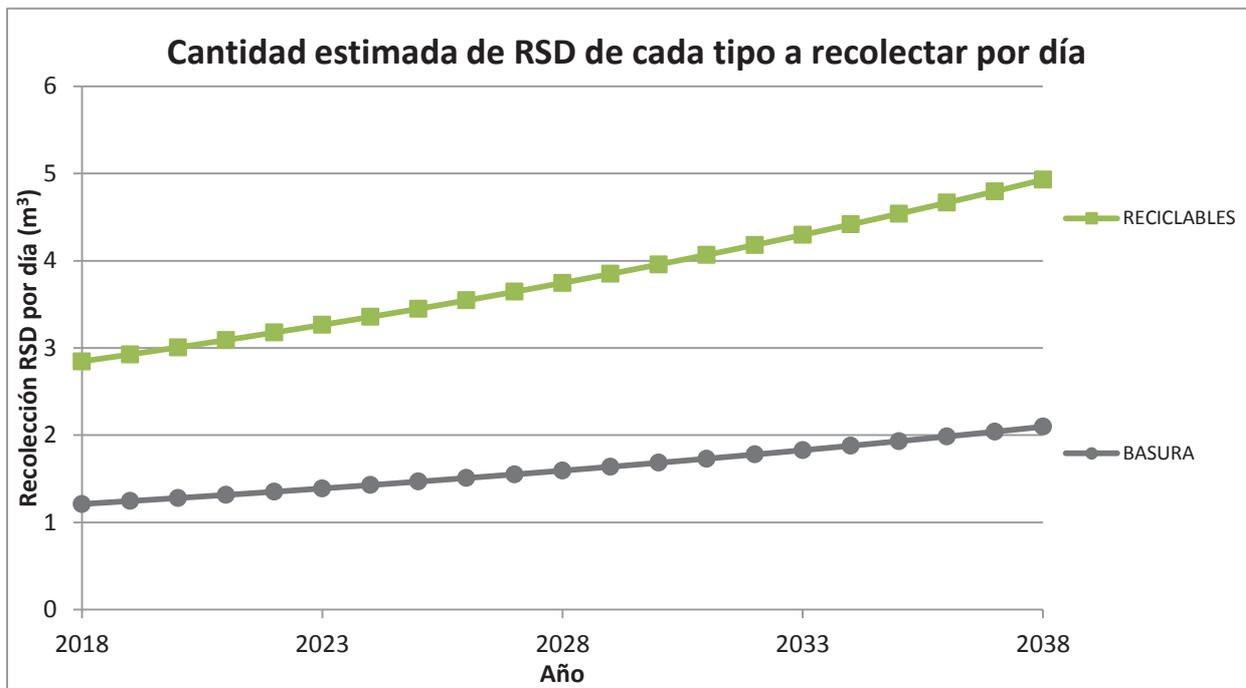


Figura 4.45: Cantidad estimada de RSD a recolectar por día en la zona Rucachoroi, considerando una frecuencia semanal de recolección de 1 día para materiales reciclables y para basura, y una densidad de 700 kg/m³ para los RSD en los camiones compactadores. Fuente: Elaboración propia.

Como se puede ver, las cantidades a recolectar no son muy grandes, permitiendo realizar un sólo recorrido. Se calcularon los consumos aproximados de combustible (ver página 250), que resultaron ser de 31 litros para la recolección de materiales reciclables y de 40 litros para la recolección de basura.

4.3.2. Zona Ñorquingo

El municipio de Villa Pehuenia-Moquehue se encargará de la recolección de RSD en la zona Ñorquingo. El recorrido a realizar será sobre la ruta provincial 11, entre el límite sudoeste de la localidad de Moquehue y la intersección de la ruta provincial 11 con la 23, prestándole servicio a la comunidad Mapuche de Ñorquingo, al Parque Nacional Lanín, escuelas y a otros comercios y viviendas inclusive. Al finalizar la recolección de Moquehue, el camión comenzará la recolección por la ruta 11 en dirección a Aluminé, bordeando parte del Parque Nacional Lanín, pasando por uno de sus ingresos (brindándole servicio también a éste) y luego llegando hasta la intersección con la ruta 23 y dirigiéndose a descargar los RSD en el relleno sanitario (basura) o en la planta de clasificación (materiales reciclables). Luego retornará a la base operativa de Villa Pehuenia-Moquehue por la ruta 23. Las rutas se muestran en la Figura 4.44.

La recolección se realizará los días miércoles (materiales reciclables) y jueves (basura) luego del mediodía, y se empleará el mismo camión y personal que esté realizando la recolección en Moquehue antes de comenzar el recorrido de Ñorquingo (ver página 128).

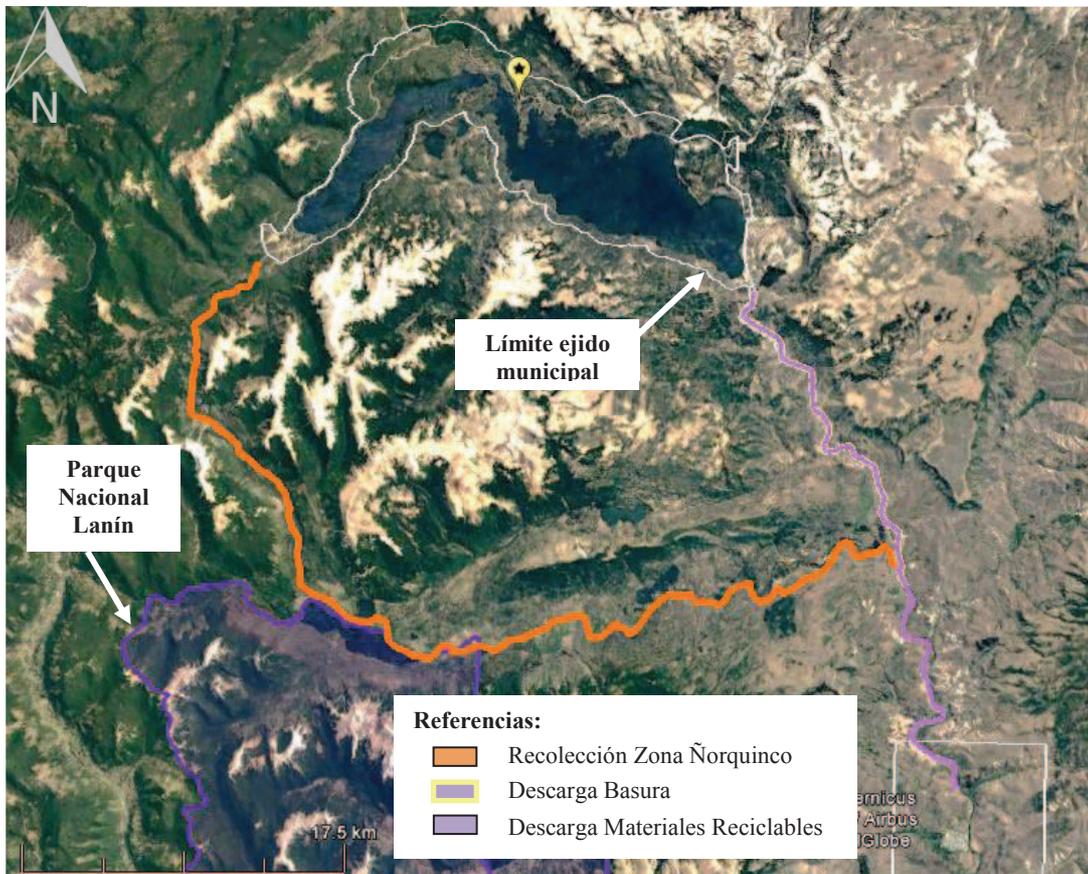


Figura 4.46: Imagen satelital con los recorridos de recolección y descarga de materiales reciclables y basura para la zona Ñorquínco. Fuente: Elaboración propia mediante el uso de Google My Maps y Google Earth.

Por otro lado, el municipio no brindará servicio de recolección de RSUnD, pero los domicilios podrán acercar áridos, RAEEs, NFU, voluminosos, lámparas, tubos de iluminación, pilas y baterías a los puntos de recepción y de acopio indicados para cada uno en el municipio de Villa Pehuenia-Moquehue (ver páginas 151, 154, 156 y 158).

➤ Generación y recolección de RSD en la zona Ñorquínco:

Según la información del INDEC, el Censo 2010 determinó un total de 312 habitantes en la zona Ñorquínco. Se proyectó la población desde el año 2018 hasta el 2038 (ver página 241), obteniéndose los valores de 389 y 673 habitantes, respectivamente.

Para los cálculos de generación de RSD se tomaron como parámetro sólo las proyecciones demográficas, ya que no se encontró información respecto de la actividad turística ni comercial, y se considera que es probable que parte de la población de esta zona no

utilice el servicio de recolección, ya sea por encontrarse lejos de la ruta o por hábitos y costumbres. Teniendo en cuenta las mismas consideraciones de generación per cápita y composición que para los municipios de Aluminé y Villa Pehuenia-Moquehue, se estimaron las cantidades de RSD a recolectar por día (ver página 246), obteniéndose el resultado de la Figura 4.47:

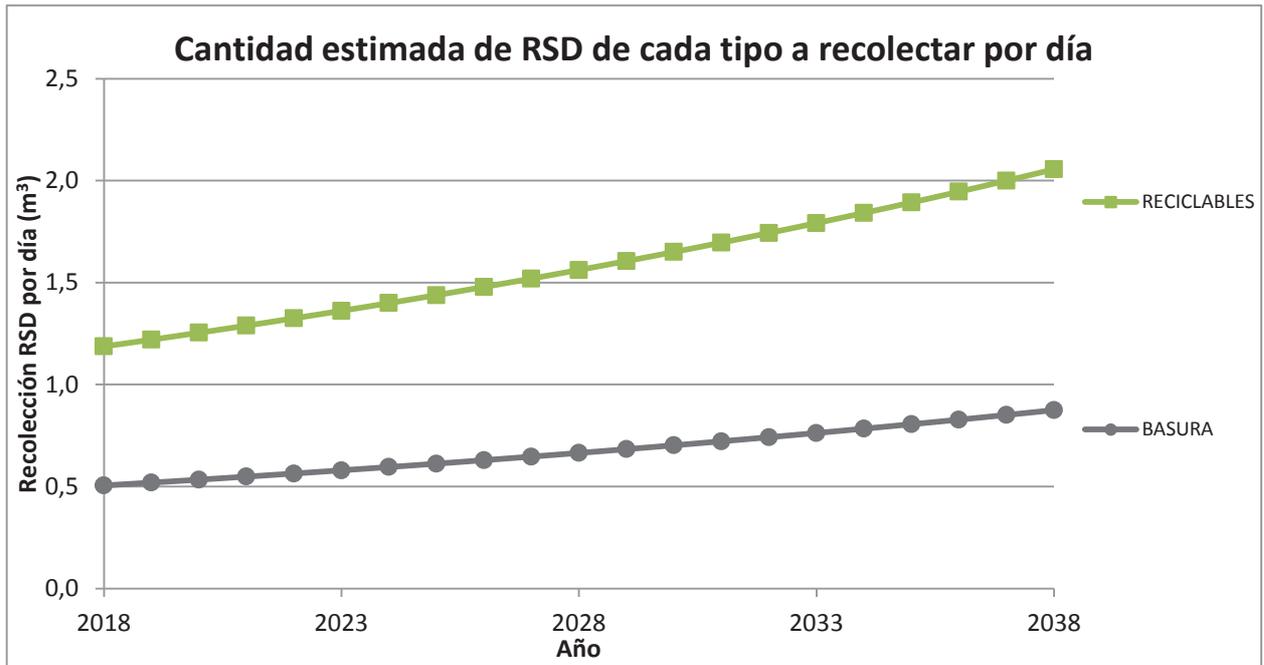


Figura 4.47: Cantidad estimada de RSD a recolectar por día en la zona Ñorquinco, considerando una frecuencia semanal de recolección de 1 día para materiales reciclables y para basura, y una densidad de 700 kg/m³ para los RSD en los camiones compactadores. Fuente: Elaboración propia.

Como se puede ver, las cantidades a recolectar no son muy grandes, permitiendo incluir el recorrido en el de la recolección del municipio, como se indicó anteriormente. Los consumos aproximados fueron calculados e incluidos en la sección de recolección y transporte del municipio de Villa Pehuenia-Moquehue (ver página 128).

4.4. Gestión conjunta de los RSD entre los municipios de Aluminé y Villa Pehuenia-Moquehue

En la presente sección se plantea la gestión conjunta, entre los municipios de Aluminé y Villa Pehuenia-Moquehue, para el funcionamiento de la planta de clasificación y del relleno sanitario para la disposición final de los residuos. Esto permitirá simplificar la gestión y reducir costos.

La planta de clasificación funcionará en el mismo sitio donde está emplazada actualmente la planta de clasificación de Aluminé, y seguirá perteneciendo al municipio de Aluminé, pero será gestionada por ambos municipios. Se realizarán las reformas y ampliaciones correspondientes para poder procesar los materiales reciclables recolectados en los municipios de Aluminé y Villa Pehuenia-Moquehue y en las zonas Rucachoroi y Ñorquinco.

El relleno sanitario se localizará fuera de ambos ejidos municipales, en el territorio de la Corporación Pulmarí, evitando conflictos entre ambos municipios y distribuyendo las distancias de transporte hacia cada lado. Se debe considerar que el basural a cielo abierto actual de Aluminé está emplazado en un predio perteneciente a la Corporación, y el relleno sanitario a instalar es un cambio positivo respecto a la modalidad de disposición actual (es ambientalmente adecuado y seguro); además los municipios se encargarán de la recolección de residuos en el territorio de la Corporación, mejorando la gestión de los mismos y reduciendo los impactos negativos al ambiente.

Estas gestiones conjuntas requerirán firmar acuerdos y/o convenios entre ambos municipios, provincia de Neuquén y CIP, que permitan legalmente su funcionamiento.

4.4.1. Clasificación y tratamiento de materiales reciclables

El predio a utilizarse para la clasificación y tratamiento de materiales reciclables será el existente y utilizado actualmente para dicho fin, que posee un total de 6750 m² de superficie (90 m x 75 m). El predio también servirá, como se indicó anteriormente, para el acopio y/o tratamiento de áridos (150 m²), RAEEs (100 m²), NFU (50 m²) y voluminosos (50 m²), además del almacenamiento de AVU en un bin de 1000 litros y artefactos de iluminación, pilas y baterías en contenedores plásticos (que requieren poco espacio).

En la planta de clasificación se recibirá y procesará toda la fracción de materiales reciclables de RSD recolectada. El proceso diseñado es principalmente manual, dado que la eficiencia de plantas manuales es mayor a las automáticas para la cantidad de materiales a procesar aquí; las plantas automáticas presentan una mejora de eficiencia frente a las

manuales a partir de las 3000 t/año de procesamiento de materiales (Ecoembes, 2016). En la memoria de cálculo se presentan todos los cálculos realizados para el diseño de la planta.

Los procesos y actividades principales a desarrollarse en la planta se enumeran a continuación, y se resumen en un diagrama de procesos (Figura 4.48):

- Ingreso (y egreso) y control de camiones: una persona estará a cargo de la recepción, control y pesaje de ingresos y egresos de la planta, y de cargar toda la información en un registro. A la vez, se entregará una copia de los pesajes de ingreso y egreso al conductor del camión.
- Descarga y almacenamiento de materiales: los camiones recolectores descargarán los materiales reciclables en la playa de descarga, y un autoelevador con pala cargadora los acomodará y distribuirá.
- Alimentación de la línea de clasificación: el autoelevador dosificará materiales en la tolva de alimentación primaria, desde donde la cinta de alimentación primaria elevará los materiales, iniciando el proceso de clasificación.
- Clasificación primaria: sobre la cinta de alimentación primaria se separan manualmente materiales voluminosos y pesados (cartones grandes, bultos grandes de papeles, grandes plásticos o metales, botellas de vidrio enteras), contaminantes o impropios fácilmente identificables y aquellos materiales que se crea que pueden ser reutilizados (libros y prendas de ropa, por ejemplo). De esta manera se evitan atascos y se facilita el trabajo posterior.
- Apertura de bolsas: un equipo electromecánico rompe las bolsas permitiendo la posterior clasificación de los materiales contenidos en ellas.
- Clasificación secundaria: los operarios clasifican los materiales que circulan por la cinta transportadora de clasificación, sobre una plataforma elevada, arrojando los materiales en distintas troneras. Los únicos materiales que no se seleccionan acá son metales e impropios.
- Clasificación terciaria: luego de la clasificación secundaria, se recomienda instalar un separador magnético sobre la cinta de clasificación, para separar los metales férricos, y realizar la separación manual de metales no férricos. Aquí también deberán separarse los materiales recuperables que no hayan alcanzado a ser separados en la clasificación secundaria; luego se retornarán a la playa de descarga y almacenamiento para volver a ser ingresados en el proceso con posterioridad.
- Gestión de rechazos: los materiales contaminantes, impropios o inadecuados para su reciclaje o aprovechamiento, luego de la clasificación terciaria son volcados en un espacio de acopio temporal, hasta ser transportados por un camión recolector de basura hasta el relleno sanitario, para su disposición final.

- Enfardado y almacenamiento de materiales clasificados: los materiales son compactados y enfardados o almacenados en bolsones o a granel. Se utilizan prensas hidráulicas enfardadoras y el autoelevador para el movimiento de los mismos.
- Venta y/o aprovechamiento de los materiales: los distintos materiales se pueden vender, por peso, a compradores de materiales reciclables, o reutilizarlos/aprovecharlos para nuevos usos. Se propone construir un taller para fabricar distintos productos (entre ellos, los cestos domiciliarios descriptos previamente), a partir de envases tetra-brik, plásticos y cartón; esto permite darle un valor agregado a los materiales, mucho mayor que por compactación y venta por peso.

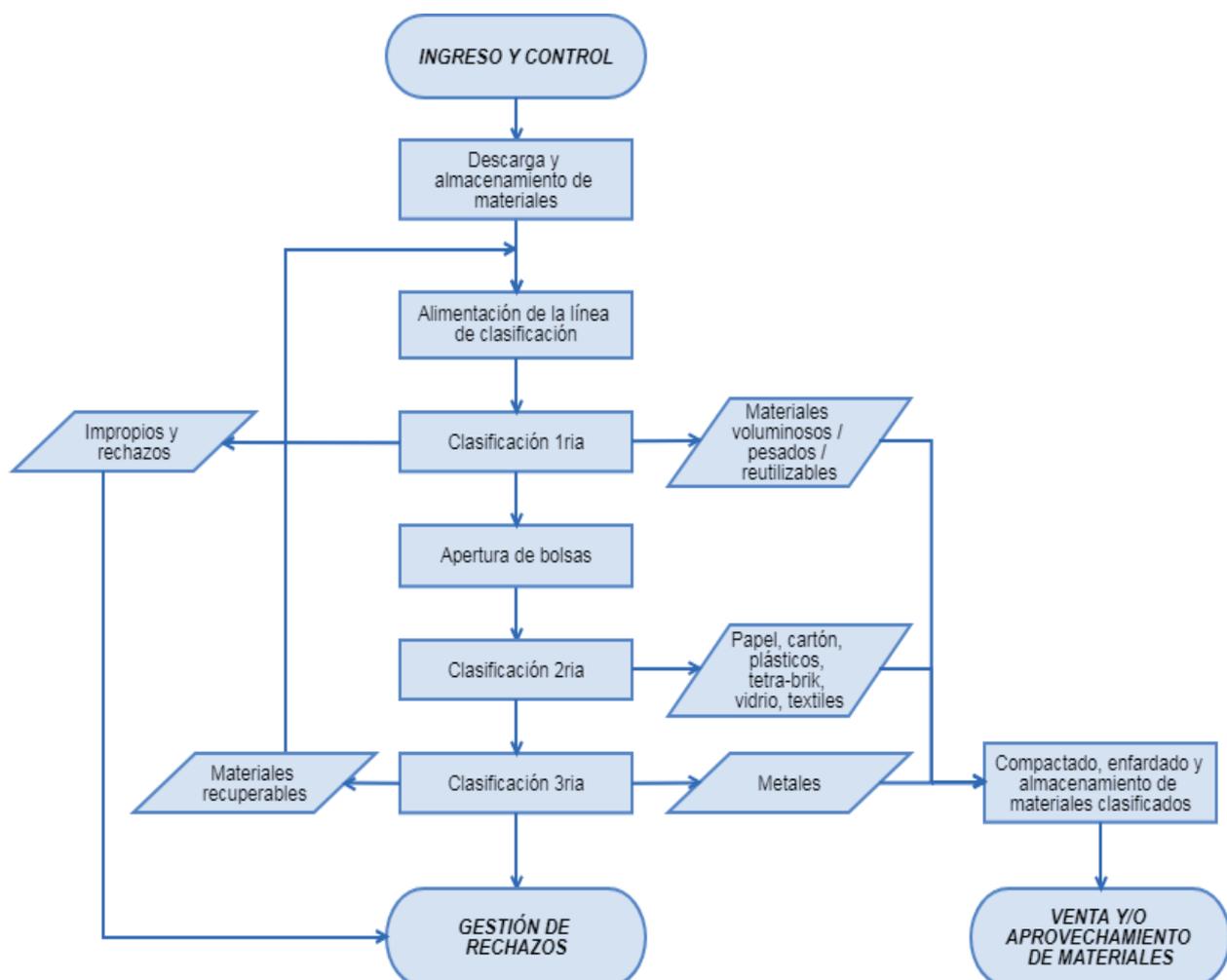


Figura 4.48: Diagrama de flujo del proceso en la planta de clasificación. Fuente: Elaboración propia.

Se consideró una vida útil para la planta de aproximadamente 10 años (hasta el año 2028). Se tuvieron en cuenta las siguientes consideraciones de funcionamiento y trabajo:

- 1 turno de trabajo de 8 horas por día.
- Media hora de descanso por turno.
- 8 minutos de limpieza por turno.
- 247 días de funcionamiento de la planta por año.
- Tiempo efectivo de funcionamiento de la línea de procesamiento de los materiales frente a las horas de trabajo de la planta: 95%
- 1729 horas útiles de procesamiento de materiales por año.

Según esto, se calculó la capacidad nominal (capacidad diaria de procesamiento para el promedio de entradas de materiales en el último año de vida útil) y la capacidad de diseño de la planta (capacidad diaria de procesamiento para las entradas de materiales en el último año de vida útil, considerando los incrementos debidos a la actividad turística y tomando un 10% de margen de seguridad).

- Capacidad nominal: 1,25 t/h
- Capacidad de diseño: 1,56 t/h

En caso de que, una vez estando en operación la planta, un turno de trabajo no fuera suficiente, podría agregarse otro turno. Esto brinda versatilidad a la operación.

Las instalaciones de la planta se dividen en un área de ingreso y control, un edificio principal (donde se desarrollan prácticamente todas las tareas) y un área exterior donde se realizan las maniobras de los vehículos.

El **área de ingreso y control** estará compuesta por un portón de acceso y una caseta u oficina ubicada en el ingreso al predio (existentes actualmente), y una balanza para camiones (ya sea de plataforma de hormigón o para pesaje por ejes). Esta área ocupará alrededor de 50 m² (30 m² para la balanza y 20 m² para la oficina).

El **edificio principal** de la planta poseerá sectores diferenciados:

- ❖ Playa de descarga y almacenamiento de materiales a procesar
- ❖ Sector de clasificación y acondicionamiento de materiales, y gestión de rechazos
- ❖ Sectores de almacenamiento de materiales clasificados
- ❖ Taller de aprovechamiento de materiales recuperados
- ❖ Baños, vestuarios y cocina
- ❖ Sector de acopio de AVU, pilas, baterías y artefactos de iluminación

Se recomienda que todos estos sectores posean piso de hormigón llaneado mecánicamente (alisado), facilitando la limpieza y la transitabilidad.

❖ *Playa de descarga y almacenamiento de materiales a procesar*

El espacio máximo necesario para almacenar los materiales reciclables recolectados a lo largo de una semana (276,5 m³) es de 157,5 m². La altura máxima de acopio es de 3 metros, y será ésta la altura de las paredes de bloques de hormigón en dicha zona. La cubierta se construirá de manera que haya 7 metros de altura en el interior, dada la altura que alcanza la puerta posterior de los camiones en posición de descarga. El suelo, de hormigón armado, se construirá con una pendiente del 2% hacia los laterales, permitiendo el drenaje y la colección de líquidos.

Se dejará un espacio de 60 m² para las maniobras de los vehículos en esta área. La puerta de ingreso tendrá 5 metros de ancho y 5 de alto, evitando entorpecer el paso y circulación de los vehículos. Habrá una adecuada ventilación e iluminación mediante ventanas, extractores e iluminación artificial.

Aquí también se ubicará la tolva de alimentación primaria, donde se irán volcando gradualmente los materiales acopiados. Ésta tendrá una pendiente de 70° en sus paredes, pasando a ser verticales en la zona más cercana a la cinta de alimentación primaria (evitando atascos e irregularidades en la alimentación). La tolva, construida en chapa de acero, tendrá una capacidad superior a 3,5 m³, teniendo dimensiones de 1,75 m de ancho, 3 m de largo y más de 1 m de alto.

Se recomienda adquirir un autoelevador para usar en todo el predio, que brindará versatilidad para el movimiento de materiales en la playa de descarga y almacenamiento, la carga de materiales en la tolva y de los rechazos en el camión recolector (mediante el uso de un accesorio de tipo pala cargadora), y para el movimiento de materiales clasificados en fardos o bolsones tipo big bag (utilizando los accesorios de tipo uña habituales).

❖ *Sector de clasificación y acondicionamiento de materiales, y gestión de rechazos*

La cinta de alimentación primaria tendrá un extremo en la playa de descarga y almacenamiento, colectando los materiales desde la tolva y pasando al presente sector. Ésta tendrá un ancho de 1 metro, una superficie nervada, una inclinación de 40° y velocidad regulable. Esto permite una distribución regular y dosificación adecuada de los materiales al proceso. También se colocarán barras, regulables en altura, que funcionen como limitadores para la altura de los materiales dosificados. La longitud de la cinta será de 9,3 m, alcanzando una altura de 6 m para volcar los

materiales en la tolva del equipo abridor de bolsas, y ocupará una superficie de terreno de 3 m x 7,5 m en total, dejando espacio suficiente para la clasificación primaria sobre ella. Se colocará un operario a cada lado de la cinta, cada uno sobre una plataforma, y realizarán esta tarea colocando los materiales en contenedores ubicados a su lado. Este sector tendrá una iluminación adecuada para la tarea.

Los materiales caerán en el equipo abridor de bolsas, colocado encima del extremo inicial de la cinta de clasificación, y luego sobre ésta, dando comienzo a la clasificación secundaria. El equipo abre bolsas tendrá una capacidad de procesamiento menor a 3 t/h, y permitirá abrir las bolsas y exponer los materiales contenidos, sin triturarlos.

La cinta de clasificación se instalará sobre una plataforma de 3 m de ancho y elevada 3 m por encima del suelo, con espacio suficiente por debajo para la acumulación de los materiales clasificados. Se considera que no es necesario instalar una cabina de clasificación, ya que las condiciones ergonómicas y de confort serán adecuadas; el equipo abridor de bolsas genera bajos niveles de ruido, y el área de descarga y carga de materiales se encuentra separado, con lo cual los ruidos y el material particulado en este sector son bajos. Aun así, se brindarán Elementos de Protección Personal de tipo ocular, auditivo y respiratorio a todos los operarios de la planta; por supuesto también se proveerá de guantes para una correcta protección frente al contacto con los materiales. Habrá una adecuada iluminación y ventilación general del área, tanto natural como artificial.

En la clasificación secundaria se recomienda una velocidad para la cinta de alrededor de 0,25 m/s (con un sistema de velocidad regulable según necesidad). La altura de la misma será 0,9 m por encima de la plataforma, con gualderas no mayores a 0,25 m de alto para el apoyo de los operarios. Se proporcionarán además plataformas individuales de trabajo para mejorar la ergonomía de los trabajadores según su propia altura. El ancho de la cinta será de 0,7 m. Cada operario clasificará entre 2 y 3 tipos de materiales, y se ubicarán de forma alternada a ambos lados de la cinta, con una separación de, al menos, 1 m entre cada uno. Debajo de la plataforma habrá silos de almacenaje y espacios para colocar bolsas y/o contenedores móviles para los materiales clasificados y arrojados por las troneras. Se dejarán 13 espacios de 1,2 metros por debajo de la plataforma donde caerán los materiales: 7 de ellos serán silos de almacenaje (para los materiales que se generan en mayor cantidad), que poseerán una cinta transportadora en la base, y el resto tendrán contenedores y/o bolsones tipo big bag para contener materiales. Se recomienda un máximo de 7 u 8 puestos de clasificación manual para la clasificación secundaria, acorde a la

cantidad de materiales a procesar. La longitud total máxima requerida para la clasificación secundaria es de 18 metros.

La clasificación terciaria continúa sobre la cinta de clasificación, recomendándose instalar un separador magnético de tipo over band transversal y, a continuación de éste, dejar un espacio para la separación manual de metales no férricos y materiales recuperables que no hayan alcanzado a ser separados en la clasificación secundaria. La longitud requerida sobre la cinta para la clasificación terciaria es de 3 metros.

Al final de la línea de clasificación, la cinta volcará los rechazos en un espacio de acopio temporal, donde estarán hasta ser transportados por un camión recolector de basura (coincidiendo con los días de recolección correspondientes) hasta el relleno sanitario, para su disposición final. Este espacio permitirá su acopio durante media semana aproximadamente, luego de lo cual, el autoelevador los cargará en el camión recolector, a través de una tolva instalada en forma transversal a la pared del edificio principal, de manera que el camión no requiera ingresar al mismo. Este espacio estará delimitado con 3 paredes laterales de chapa, para permitir el acopio hasta un máximo de entre 2 y 2,5 m de altura y el ingreso del autoelevador para cargarlos. Ocupará una superficie de 30 m², y requerirá un espacio lindero de maniobras para el autoelevador.

Los materiales clasificados serán enfardados (la mayoría) y/o almacenados de manera separada. Se usarán las 2 prensas enfardadoras que posee la planta en la actualidad. La prensa chica es una compactadora enfardadora vertical marca Abecom, modelo EV 7550, de 5,5 HP, que produce fardos de 0,75 m x 0,5 m x 0,75 m (ancho x profundidad x alto). La prensa grande es una compactadora enfardadora horizontal marca Abecom, modelo EHA-RSU 7575, de 25 HP, que produce fardos de 0,75 m x 0,75 m x 0,9 m. Los materiales serán transportados por una cinta de 0,7 m de ancho, que recogerá los materiales acumulados en los silos y contenedores ubicados debajo de la plataforma de clasificación, y los volcará en una cinta inclinada que alimentará a la prensa grande (puede utilizarse una de las cintas existentes). La prensa chica es de carga manual. Se decidió utilizar principalmente la prensa chica para enfardar aluminio, acero, botellas de PET aceite y papel blanco, y la prensa grande para enfardar polietileno, cartón, textiles, PET cristal, PET mezcla, PEAD natural, PEAD color y papel mezcla. El vidrio se acopiará a granel; el tetra-brik, el polipropileno y el resto de los metales se acopiarán en bolsones.

❖ Sectores de almacenamiento de materiales clasificados

Los materiales ya enfardados o acumulados en bolsones serán movidos con el autoelevador, que los colocará en sus respectivos espacios de almacenamiento. Los fardos grandes se acopiarán en sectores (boxes) con capacidad para 100 fardos cada uno, con una altura máxima de acopio de 3 metros, ocupando cada box 20 m²; se delimitarán 4 boxes para fardos grandes: cartón, textiles, papel mezclado, y plásticos PET, PEAD y polietileno. Los fardos chicos se acopiarán en boxes con capacidad para 32 fardos cada uno, con una altura máxima de acopio de 3 metros, ocupando cada box 6 m²; se delimitará 1 box para papel blanco y PET aceite y 1 box para acero y aluminio. El vidrio se acopiará a granel en un sector delimitado con paredes; el tetra-brik y el polipropileno se acopiarán en bolsones en un box de 16 m²; el resto de los metales se acopiarán en bolsones en otro box de 16 m². Se decidió almacenar todos los materiales en el interior de manera de preservar la calidad de los mismos (al minimizar la contaminación con polvo arrastrado por el viento) y minimizar el riesgo de incendio por factores externos.

❖ Taller de aprovechamiento de materiales recuperados

Con la posibilidad de constituir la planta de clasificación como una “planta modelo de reciclaje” para la zona, se propone construir un taller para fabricar distintos productos, entre los que se pueden incluir: los cestos domiciliarios de RSD descriptos previamente, placas separadoras (para la construcción), mesas, sillas, bancos de plaza, macetas y otros productos; podrán utilizarse, entre otros usos, en espacios públicos de los municipios, retornando de esta manera a la comunidad (que es parte de los deseos expresados por vecinos de la zona durante el recorrido realizado). Esto se puede hacer a partir de envases tetra-brik, plásticos (polipropileno, polietileno y, posiblemente, poliestireno), cartón, reutilizando o restaurando residuos voluminosos, y utilizando distintos tipos de herrajes. Esto permitiría imprimir un valor agregado mucho mayor que el obtenido por compactación y venta por peso de los materiales. Existen ejemplos de empresas, cooperativas y emprendedores, incluso en Argentina, que aprovechan los materiales reciclables de esta manera, fabricando productos con distintas aplicaciones (algunos de ellos son las empresas T-PLAK y Dangen Plásticos, la cooperativa “Reciclando Conciencia” y el emprendimiento Reciclados Esquel).

El proceso básico propuesto para el aprovechamiento de los materiales consiste en la trituración de los mismos y posterior prensado a una temperatura superior a 170°C que permite fundir e incorporar los materiales en una misma estructura (aglomerado), sin requerir la adición de pegamentos y/o aglomerantes

químicos. Los equipos más utilizados son trituradoras de cuchillas (la planta posee una trituradora multimaterial de 7,5 HP actualmente, marca Abecom, modelo TE236-50/7,5, de dos ejes portacuchillas, que podría utilizarse) y prensas hidráulicas de platos calientes. Luego de dejarlas enfriar, como resultado se obtienen placas de distintos espesores que, mediante el uso de herramientas de carpintería y herrería, pueden transformarse en productos con diversas aplicaciones. En muchos casos, las placas obtenidas son utilizadas en reemplazo de placas MDF, con la ventaja adicional de ser impermeables y resistentes a la intemperie; se construyen con espesores variables (por ejemplo, entre 3 y 12 mm), y pueden tener un peso de entre 15 y 40 kg cada una, aproximadamente, dependiendo de los materiales utilizados, la presión aplicada y las dimensiones.

Se estima que un área de 70 m² será suficiente para este taller, alcanzando para la instalación y uso de maquinaria y depósito de productos terminados (Empresa e Iniciativa Emprendedora, 2012; Barrett, 1992). En un futuro, si la producción fuera aumentando, se podrá agrandar el taller y comprar materiales reciclables (como materia prima) a otras plantas de clasificación.

Este taller podrá servir, además, para brindar cursos de carpintería y herrería e iniciar en estos trabajos a vecinos de la zona, centrándose en las necesidades de la zona vulnerable de Aluminé. Esto podrá asociarse incluso con un programa de capacitaciones que incluya, por ejemplo, formación en agricultura familiar para aplicar en las granjas comunitarias.

❖ Baños, vestuarios y cocina

Se mantendrá el espacio actual de 37 m² destinado a 2 vestuarios con baños y una cocina, para las comodidades e higiene de los trabajadores en el predio.

❖ Sector de acopio de AVU, pilas, baterías y artefactos de iluminación

Se destinará un espacio al almacenamiento de pilas, baterías y artefactos de iluminación en contenedores, y acopio de AVU en un bin de 1000 litros.

El **área exterior** de la planta estará conformada por todo el espacio dentro del predio destinado a movimiento, maniobras y estacionamiento de vehículos, tránsito de los trabajadores entre los distintos sectores y parqueización. Estará prácticamente todo cubierto por suelo natural y/o mejorado.

Junto a la puerta de ingreso al predio, del lado externo, se instalarán 2 contenedores públicos metálicos para RSD (estación de residuos), 1 contenedor plástico para artefactos de

iluminación, pilas y baterías, y 1 contenedor plástico para otros RSUnD (excepto poda y áridos). Los contenedores plásticos serán gestionados por el personal del predio, que se encargará de vaciarlos periódicamente en los lugares de acopio correspondientes dentro del mismo.

El personal requerido para el funcionamiento de todo el predio será de entre 12 y 17 personas en total (sin considerar el taller): 1 persona para el ingreso y control, 1 para el uso del autoelevador, entre 8 y 11 en la línea de clasificación, 1 o 2 en las tareas de prensado y enfardado, y 1 o 2 personas para el resto de las tareas en el predio. En caso de construirse el taller, se analizará la necesidad de mayor personal.

Ambos municipios se encargarán de la correcta provisión de capacitaciones, Elementos de Protección Personal y vestimenta apropiada a todo el personal que trabaje en el predio de la planta de clasificación. La planta deberá contar los tipos y cantidad de matafuegos correspondientes.

Los planos correspondientes al predio (PCa) y a la planta de clasificación (PCb) se presentan en el Anexo III (página 303).

4.4.2. Disposición final de residuos

Se propone construir y gestionar un relleno sanitario para la disposición final de la basura recolectada por ambos municipios y el rechazo generado en la planta de clasificación. Esto permitirá reemplazar el uso actual de los dos basurales a cielo abierto municipales por un sistema de disposición ambientalmente adecuado. Desde los puntos de vista técnico y económico del proyecto en cuestión, se considera que el relleno sanitario es la tecnología más adecuada a implementar, al menos para las condiciones actuales.

El relleno sanitario permite la disposición final de los residuos en el suelo sin causar daños a la salud ni perjudicar el medio ambiente durante su operación ni después de su clausura. Se utilizan principios de ingeniería para confinar los residuos en la menor superficie posible, compactándolos para reducir su volumen y cubriéndolos con capas de tierra de forma periódica. También considera y controla los problemas que podrían causar los lixiviados (líquidos filtrados a través de los residuos, con sólidos disueltos y en suspensión, formados por agua externa que ingresa al relleno y productos de la descomposición de los residuos) y los gases del relleno (generados principalmente por la descomposición anaeróbica de la materia orgánica). (Jaramillo, 2002)

Dado que la normativa de la provincia de Neuquén es muy acotada en lo que respecta a exigencias sobre la disposición final de RSU, además de cumplir con ella, se tuvieron en consideración distintas pautas incluidas en normas de las provincias de Buenos Aires (Res. N°

1.143/02), Santa Fe (Res. N° 128/04) y La Rioja (Ley N° 6.215) en pos de la protección ambiental.

No se encontraron, en la normativa regional, requisitos o pautas específicas respecto a la actividad sísmica del sitio de emplazamiento. Se pedirá asesoramiento a un profesional de ingeniería civil respecto a las consideraciones a tener en cuenta por la peligrosidad sísmica de la zona. Todo el territorio involucrado en el proyecto se corresponde con una zona sísmica N°2, clasificada con peligrosidad sísmica “moderada”, con una aceleración máxima del suelo de 0,18 g con probabilidad de recurrencia de 500 años, según el Instituto Nacional de Prevención Sísmica (INPRES). Se sugiere considerar al relleno sanitario dentro del grupo A o A₀ para la aplicación del Reglamento Argentino para Construcciones Sismorresistentes, de manera que la ocurrencia de un terremoto no comprometa su funcionamiento ni genere contaminación al medio ambiente, incluyendo los módulos de relleno, el sistema de colección y tratamiento de líquidos y gases, y las instalaciones accesorias del predio. Se sugiere construir los taludes con una pendiente menor a 45°, contemplando un factor de seguridad estático mínimo de 1,5 y un factor de seguridad sísmico mínimo de 1,3 (Moreno Pradena, 2013).

El registro de rendimientos satisfactorios frente a fuertes terremotos incluye a diversos rellenos sanitarios con recubrimiento de geomembrana; algunos de ellos sufrieron, incluso, daños significativos, pero sin generar descargas de contaminantes que afectaran a la salud o al medio ambiente, que debe ser lo principal a tener en cuenta en el diseño. Ciertos análisis de respuestas frente a sismos indican que los sistemas de revestimiento y cubierta geosintéticos pueden ser particularmente vulnerables (es decir, un sistema que incluye una geomembrana, geocompuesto de drenaje y revestimiento de arcilla geosintético -formados por una capa delgada de bentonita entre dos capas de geotextiles no tejidos-). Es difícil definir valores para la deformación permisible de los sistemas y componentes del relleno sanitario, ya que depende de los factores específicos del sitio y de los residuos, pero se propone considerar algunos valores típicos (Tabla 4.15). (Kavazanjian, 1999)

Tabla 4.15: Desplazamientos sísmicos típicos permitidos para rellenos sanitarios. Fuente: Adaptado de Kavazanjian, 1999.

Componente	Desplazamiento permitido calculado	Comentario
Sistema de revestimiento	0,15 a 0,30 m	-
Sistema de cobertura	0,30 a 1 m	El daño es reparable.
Masa de residuos	1 m	Para desplazamiento sin impacto en la cubierta o revestimiento.
Caminos y terraplenes	1 m	Criterios geotécnicos convencionales.
Control de aguas superficiales	1 m	Criterios geotécnicos convencionales.

4.4.2.1. Localización del relleno sanitario

En primer lugar, para la determinación del sitio de emplazamiento del relleno sanitario se tuvieron en cuenta las siguientes pautas de la normativa aplicable, de otras provincias y de la bibliografía:

- Los sitios de disposición final no pueden ubicarse en áreas urbanas o próximas a ellas, en áreas destinadas a futuras expansiones urbanas, ni en áreas naturales protegidas.
- En los casos de regionalización de jurisdicciones, la ubicación del sitio de disposición final debe tener en cuenta los caminos y rutas de interconexión entre las mismas, a los efectos de racionalizar los costos de la gestión.
- Debe haber una distancia mínima de 1500 metros de aeropuertos y/o aeródromos que operan aviones con motor a pistón o turbo-hélice, y de 3000 metros en el caso de que operen aviones con motor a turbina.
- Se debe considerar la localización con respecto a vientos predominantes.
- El sitio debe estar cerca de una vía principal, para permitir un fácil acceso.
- Se deben realizar estudios de suelos: las condiciones geológicas e hidrológicas deben ser adecuadas para mantener y manejar correctamente los gases, líquidos percolados y posibilidad de sufrir anegamientos.
- Se deben realizar estudios de napas freáticas: conocer la profundidad, calidad del agua y tipos de usos. Se deben realizar tomas de muestras y análisis.

El sitio propuesto aquí para el emplazamiento cumple con estas pautas, excepto por el hecho de que no se dispone de estudios específicos de la zona sobre aguas subterráneas y suelos; éstos deberán realizarse en caso de decidirse llevar adelante el proyecto. La localización aproximada del sitio donde se propone construir el relleno sanitario es al sur de la intersección de las rutas provinciales N° 23 y 11, accediendo desde la ruta 23 (pavimentada), cerca de las coordenadas (39°6'55.56"S, 70°57'27.76"O); el sitio puede visualizarse en la Figura 4.49. Está a una distancia relativamente intermedia entre las zonas de recolección de ambos municipios, encontrándose un poco más cerca de Aluminé, ya que se consideró la accesibilidad (tramo pavimentado de la ruta de acceso) y la mayor generación de residuos a disponer por parte de este municipio. Se ubicará en una zona rural (zonificación A6-PG del Reglamento de Arrendamientos, Permisos, Concesiones y Contratos Asociativos de la CIP, siendo la categoría más permisiva en cuanto a usos del suelo permitidos, y la única que no tiene restricciones asociadas a manejo de bosque nativo), alejado de actividades productivas, comunidades mapuches, urbanizaciones y sus futuras ampliaciones, hallándose sólo unos pocos pobladores dispersos en la misma. Se halla a una distancia de más de 3500 metros del aeropuerto Pulmarí, un pequeño aeropuerto para aviones a hélice. Los vientos predominantes

en la zona provienen, por lejos, del Oeste, con lo cual se dirigen a una zona total o prácticamente deshabitada.



Figura 4.49: Localización propuesta para la construcción del relleno sanitario. Coordenadas 39°6'55.56"S, 70°57'27.76"O. Fuente: Elaboración propia mediante el uso de Google Earth.

4.4.2.2. Diseño del relleno sanitario

❖ Estructura

Dada la topografía del lugar, se decidió construir módulos de relleno combinando los métodos de vaguada/depresión y de zanja; esto permitirá aprovechar los desniveles naturales, al mismo tiempo de disponer de material de cobertura suficiente y aprovechar la superficie de terreno (ver Figura 4.50). Esto significa que las pendientes del terreno serán excavadas y alisadas, al igual que la superficie inferior (base), de manera de obtener las pendientes de taludes de 1,5H:1V y permitir una altura de 10 metros para los módulos.

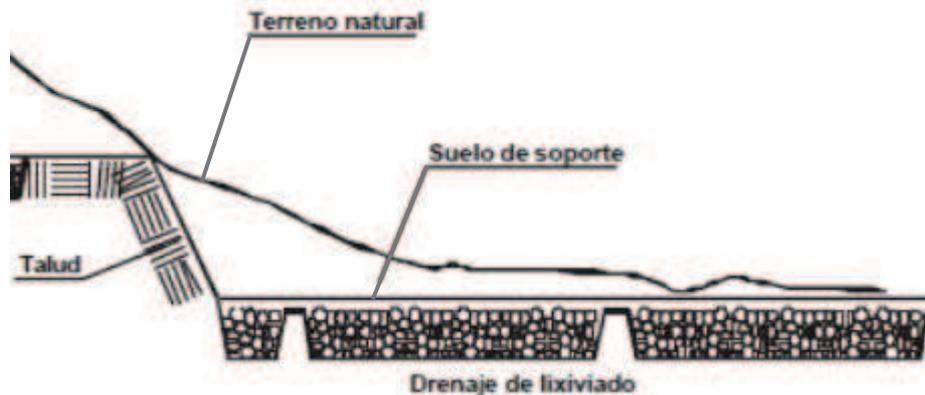


Figura 4.50: Esquema del método de excavación y construcción de los módulos de relleno a partir de la superficie natural. Fuente: Adaptado de Jaramillo, 2002.

Se construirá un sistema de drenaje de aguas pluviales, mediante zanjas, bermas o pequeños terraplenes, de manera de evitar el ingreso de las precipitaciones externas al relleno sanitario; el tipo de sistema se determinará durante el relevamiento planialtimétrico del sitio, según la topografía del área donde se ubicarán los módulos. El agua se canalizará junto al límite del predio y será volcada en la zanja de drenaje pluvial existente junto a la ruta provincial 23.

Se colocará un revestimiento impermeable en la base y los taludes laterales de los módulos, con el objetivo principal de evitar la contaminación de suelos y aguas subterráneas. En orden ascendente, éste se conformará con:

- Una capa de suelo de baja permeabilidad (mezcla de suelo de excavación y bentonita) de 60 cm de espesor, colocada en 2 capas de 30 cm cada una, compactadas adecuadamente (las proporciones de la mezcla buscarán alcanzar un coeficiente de permeabilidad cercano a 10^{-6} cm/s).
- Una geomembrana de Polietileno de Alta Densidad (PEAD) de 1,5 mm de espesor. Ésta debe anclarse al suelo por fuera del módulo, en una zanja perimetral, de manera de que quede fija en la posición colocada; luego la zanja debe ser tapada con suelo compactado.
- Una capa de mezcla de grava, arena y suelo de 60 cm, que servirá para la protección de la geomembrana y el drenaje de lixiviados.

La colección de los lixiviados se realizará mediante el diseño de fondo con tuberías. La zona del fondo se dividirá en franjas rectangulares (secciones) con barreras de arcilla (bermas) colocadas a distancias que permitan la conformación de celdas diarias. Las bermas permiten la separación de las aguas pluviales de las áreas que no posean residuos dispuestos, de aquellas áreas que sí poseen. Se colocará la tubería plástica apoyada sobre la geomembrana. Los

tubos serán de 125 mm de diámetro externo con perforaciones de 10 mm, espaciadas cada 10 cm, sobre la mitad inferior de su circunferencia, de manera de permitir la colección de lixiviados y evitar la obturación de los agujeros con sólidos. El fondo tendrá una inclinación del 3% hacia el centro de cada sección, donde se encontrará la tubería, y también del 3% en la dirección de la tubería, para facilitar el drenaje y la circulación de los líquidos hacia el tubo colector principal (el cual tendrá una pendiente de entre 1 y 1,5%, y se encontrará en una zanja de 60 cm de ancho y 40 cm de alto). Los tubos se cubrirán con la capa de mezcla de grava, arena y suelo de 60 cm para protegerlos y filtrar los lixiviados. El extremo del tubo colector principal se conectará a un caño de hormigón vertical de 1 m de diámetro, desde donde se extraerá el lixiviado; este caño ascenderá hasta la superficie del módulo y llevará en su interior las cañerías de bombeo y extracción de lixiviados y de aguas pluviales, a la vez que servirá como punto de acceso para tareas de mantenimiento.

Por otro lado, durante la operación del módulo, se coleccionarán en forma separada las precipitaciones que no entren en contacto con los residuos, es decir, aquellas caídas sobre las secciones sin utilizar y las que no se infiltren en las secciones con residuos (escorrentía superficial). Esto se logra colocando una tubería paralela al tubo colector principal de lixiviados, en la misma zanja que éste. Esta tubería no tendrá perforaciones, para evitar la mezcla con lixiviados; coleccionará las aguas pluviales desde la primera sección sin residuos, ingresará al caño de hormigón vertical (sin volcar el agua en él), y permitirá el bombeo y extracción hacia el sistema de drenaje de aguas pluviales. En la Figura 4.51 se muestra un esquema de sistema de colección diferenciada de lixiviados y aguas pluviales.

La colección de los gases del relleno se realizará mediante un sistema de chimeneas de ventilación verticales, que atraviesen el relleno desde la celda inferior hasta por encima de la cobertura final del módulo. Las chimeneas se construirán con una tubería plástica perforada revestida en grava/piedra bola, a medida que el relleno avance en altura, y en ubicaciones apropiadas en relación al sistema de drenaje de lixiviados (permitiendo la eliminación de los gases que éstos liberan). El tubo plástico tendrá un diámetro externo de 16 cm, y el diámetro total de la chimenea no será mayor a 50 cm. Se instalarán con una distancia mínima de separación de 20 metros entre cada una. En el extremo superior de cada chimenea habrá un respiradero de gas, que permitirá la liberación del gas de relleno a la atmósfera, minimizará el ingreso de aire y evitará el ingreso de precipitaciones.

Los residuos que ingresen al predio cada día serán acomodados, compactados en capas de 1 metro de altura aproximadamente, y cubiertos al finalizar la jornada, conformando una celda. Esta cobertura diaria (también llamada cobertura intermedia) será una capa de tierra de unos 10 cm de espesor, que controlará los posibles vectores (insectos, roedores, aves), olores, dispersión y vuelos de residuos fuera del sitio, reducirá la infiltración de agua y minimizará el riesgo de incendio.

Las celdas se disponen en contacto unas con otras en sentido horizontal y en sentido vertical, formando niveles. Una vez que se complete el nivel superior, de acuerdo a la altura final estipulada, se procederá a colocar la cobertura final. Ésta se conformará de 2 capas de mezcla de suelo con arcilla de 30 cm cada una, compactadas y colocadas con un mes de intervalo entre ellas (permitiendo cubrir posibles asentamientos), y una capa superior de suelo vegetal de al menos 20 cm, que se acopió inicialmente cuando fue retirada para la excavación del módulo. Es recomendable incorporar, en la parte inferior de la cobertura final, una fina capa de compost (alrededor de 5 cm), ya que su estructura y composición funciona como barrera para los oligocompuestos (trazas de compuestos orgánicos principalmente, que puede presentar riesgo para la salud) presentes en el gas del relleno, reteniéndolos y favoreciendo su degradación. Toda la cobertura final tiene un conjunto de funciones: proteger y brindar estructura a los módulos, minimizar la infiltración de agua, canalizar los gases del relleno hacia las chimeneas de ventilación (minimizando la salida incontrolada), y proporcionar una superficie adecuada para usos futuros del terreno. Tendrá una pendiente mínima del 3% para evitar encharcamientos y facilitar el drenaje hacia el sistema de aguas pluviales.

En la Figura 4.52 se puede observar un esquema sencillo del tipo de módulos de relleno propuesto.

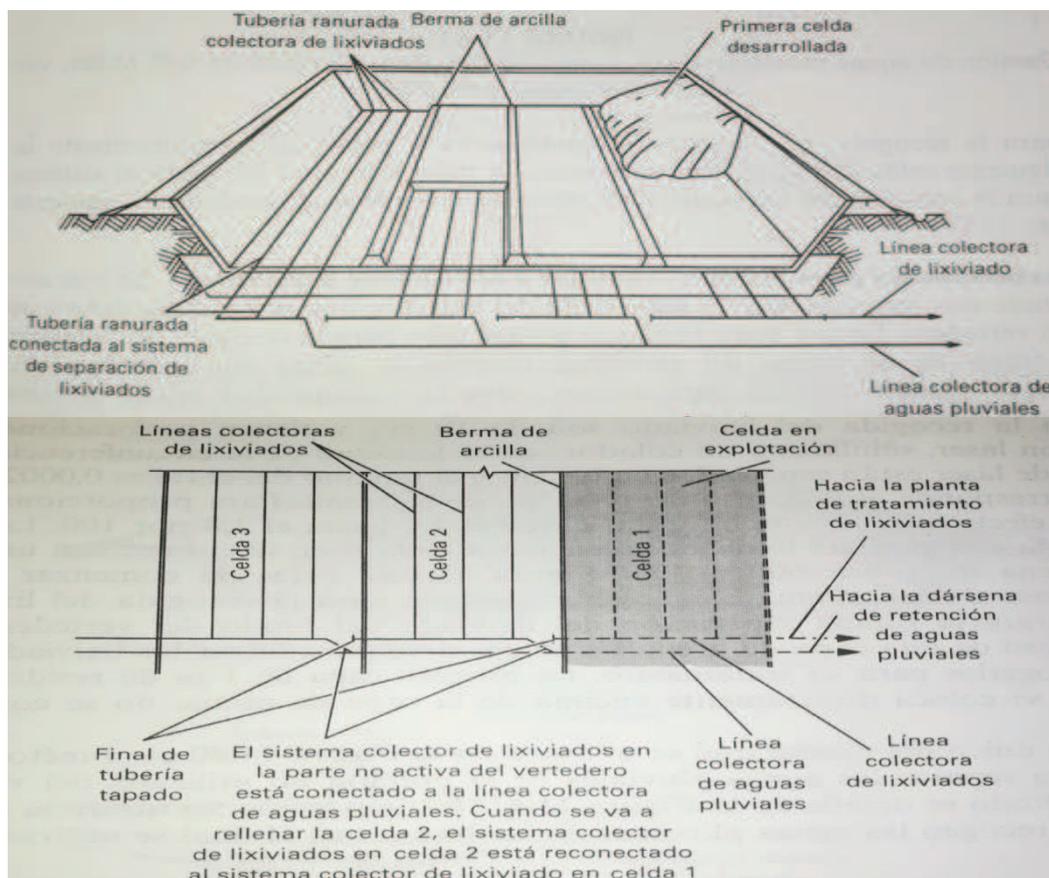


Figura 4.51: Esquema de sistema de colección diferenciada de lixiviados y aguas pluviales. Fuente: Tchobanoglous.

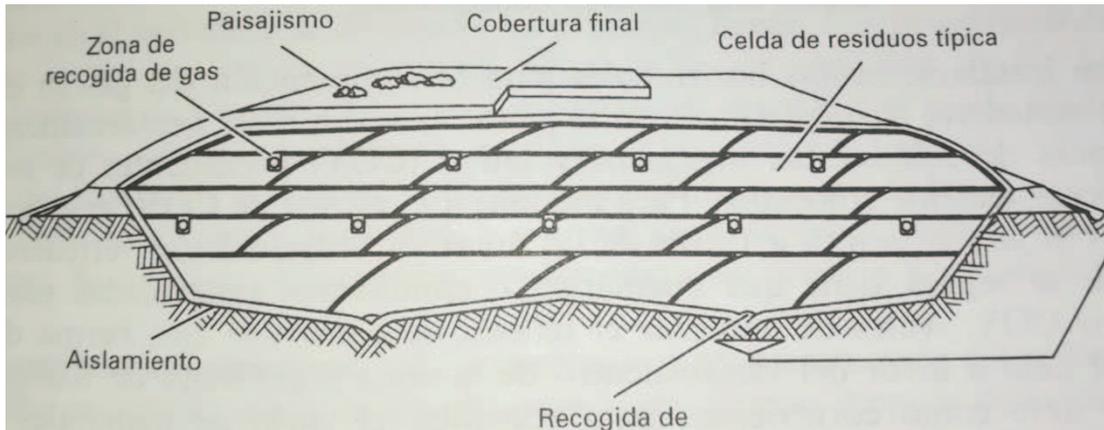


Figura 4.52: Esquema del tipo de módulo de relleno sanitario a desarrollar. Fuente: Tchobanoglous, Theisen y Vigil, 1994.

❖ Superficie

El período de diseño o vida útil proyectada para el relleno sanitario es de 20 años. A futuro podrán analizarse otras alternativas de tratamiento-disposición final o posibilidades de ampliación del mismo, en base a la situación en dicho momento. Para calcular el espacio requerido, se consideró la disposición final de la basura domiciliar recolectada por ambos municipios (proyectada previamente), del rechazo de los materiales reciclables recolectados (20%), y un margen de error del 10% adicional, considerando el producido de barrido, posibles rechazos de las plantas de compost y restos de poda, y voluminosos no aprovechados.

En el modelo de elevación digital desarrollado por el IGN pueden observarse diferencias de altura de 15 metros en distancias de 100 metros en la topografía del área, aunque no se disponen de curvas de nivel ni datos de elevada exactitud. Se deberá realizar un relevamiento planialtimétrico en el área antes de comenzar las tareas de construcción.

Se consideró una altura de 10 metros para los módulos, de manera de no afectar significativamente el paisaje y permitiendo tener un margen en lo que respecta a profundidad del nivel freático, ya que no se conocerá con exactitud hasta realizar los estudios correspondientes.

Se consideró un factor de aumento del 100% de área adicional a la destinada a relleno, requerida para las vías de circulación, depósito de material de excavación, áreas de retiro a espacios linderos, caseta de control e ingreso, instalaciones sanitarias, estacionamiento, zona para almacenamiento de equipos, instalaciones de gestión y parquización.

El área requerida para el funcionamiento del relleno sanitario en su totalidad (módulos de relleno y área adicional) a lo largo de su vida útil, será de aproximadamente 2,2 ha (de las cuales 10800 m² se destinarán a módulos de relleno).

Las áreas accesorias serán:

- Administración, ingreso y control: Se ubicará junto al portón de ingreso al predio. Tendrá una oficina, vestuarios con baños, una cocina, un sector donde se guardará el combustible para la maquinaria, y se recomienda instalar una balanza para el pesaje de los camiones. Esta área ocupará unos 120 m².
- Estacionamiento y playa de maniobras: Este sector servirá tanto para los trabajadores del predio, como para aquellos que realicen visitas o descarguen materiales o residuos. El área que requerirá será de aproximadamente 500 m². El estacionamiento tendrá un sector semicubierto de unos 50 m², que servirá para guardar maquinaria y herramientas.
- Camino de circulación perimetral: Recorrerá el predio junto al alambrado perimetral, de manera de permitir un fácil acceso a todo el predio, y cumpliendo también la función de control de la propagación horizontal del fuego, en caso de incendio. Tendrá un ancho de 8 metros. Se compactará el suelo de los 6 metros centrales de este camino y, en caso de ser necesario, se mejorará con piedra partida, de manera de permitir la correcta circulación de vehículos, aún en condiciones meteorológicas desfavorables.
- Lagunas de lixiviados: Los lixiviados generados en cada módulo serán almacenados en una pileta anaeróbica y una facultativa, que ocuparán 182 m² y 144 m², respectivamente. La superficie total de terreno que ocuparán las piletas de lixiviados para los 4 módulos es de 1304 m².
- Caminos accesorios y espacios de separación entre instalaciones.

En los planos RSa y RSb (página 303) se muestra el diseño del relleno sanitario con sus instalaciones.

❖ Construcción y operación del Relleno Sanitario

Previo a la construcción del relleno sanitario, se deberán realizar los siguientes estudios (Banco Interamericano de Desarrollo, 2013):

- Hidrogeología: se identificarán las aguas subterráneas: tipos de acuíferos, extensión, geometría y relación entre las unidades hidrogeológicas. Se construirán 3 pozos freaticos considerando el sentido de flujo del agua subterránea, y se analizará la calidad de la misma. La base del relleno deberá estar a una distancia mínima de 1,5 metros del nivel freático.
- Relevamiento planialtimétrico, permitirá el replanteo del predio y las instalaciones del relleno sanitario.

- Hidrología: se delimitarán las cuencas y se caracterizará el sistema de drenaje del área. Se realizará un análisis de la calidad del agua del río Aluminé aguas arriba y aguas abajo del emplazamiento del relleno sanitario.
- Geología: se realizarán sondeos de estudios de suelo, empleando la técnica de mecánica de suelos. Se determinará la permeabilidad vertical y se analizará su composición.
- Se realizarán estudios de calidad de aire dentro y fuera del predio, de manera de conocer las condiciones previas a la construcción.

En la **construcción** del mismo, se realizarán las siguientes tareas:

- Se construirá un camino de acceso de 8 metros de ancho desde la ruta provincial N° 23 hasta el ingreso al predio, compactando el suelo y mejorándolo con piedra partida (si fuera necesario), de manera de permitir una correcta circulación de vehículos. Se colocará un cartel sobre la ruta para señalar el acceso.
- Se colocará un cartel identificadorio y un portón de acceso. Se alambrará todo el perímetro del predio con alambrado olímpico, que evitará el ingreso de personas y/o animales y podrá retener residuos en caso de que fueran arrastrados por el viento antes de ser cubiertos. Se plantará una barrera vegetal o cortina forestal del lado interno de todo el perímetro del predio, de manera de reducir el impacto visual y la propagación de olores con el viento.
- Se realizará el desmonte, excavación de suelo vegetal y limpieza de las superficies destinadas a:
 - o Administración, ingreso y control
 - o Estacionamiento
 - o Playa de maniobras
 - o Camino de circulación perimetral
 - o Primer módulo de relleno y sus lagunas de lixiviados

El suelo vegetal excavado será acopiado a un costado del primer módulo que entrará en operación, para su posterior uso en la cubierta del mismo.

- Se construirá la caseta de administración, ingreso y control, la playa de maniobras y el estacionamiento.
- Se adecuará el camino de circulación para la transitabilidad de los vehículos, si fuera necesario.
- Se realizará la excavación, nivelación y preparación necesaria para el primer módulo de relleno; el suelo excavado se depositará a un costado, donde se construirá un futuro nuevo módulo. Se construirá con la estructura y los componentes descritos previamente. Tendrá la forma de una pirámide truncada

invertida de 4 lados, con un área inferior (base) de 15 m x 30 m (de manera de separar el módulo en 6 secciones de 5 m cada una), taludes con pendiente 1,5H:1V, altura de 10 m, y un área superior de 45 m x 60 m (2700 m²), resultando en un volumen de 14174 m³. Se estima que este módulo tendrá una vida útil de aproximadamente 6 años; luego se construirán módulos de dimensiones similares (la capacidad puede aumentarse elevando las pendientes de la cobertura superior), siendo necesarios 4 módulos totales para la disposición final de residuos a lo largo de 20 años.

- Se construirán 2 lagunas para el tratamiento, almacenamiento y evaporación de lixiviados del primer módulo; tendrán un revestimiento impermeable como el de los módulos, pero sin incluir la capa de grava, arena y suelo. Ambas lagunas tendrán forma de pirámide truncada invertida, con taludes de 45° de inclinación: la primera (laguna de estabilización anaeróbica) tendrá un área superior de 13,5 m x 13,5 m (182 m²) y una altura de 5 m, y la segunda (laguna de estabilización facultativa) tendrá un área superior de 144 m² (12 m x 12 m) y una altura de 2 m. El lixiviado será bombeado desde el módulo hacia la laguna anaeróbica, y ésta se conectará con la facultativa por desborde. El lixiviado será reciclado mediante recirculación hacia el módulo (riego por aspersión) o utilizado para la humectación del predio en caso de requerirse; el líquido almacenado en la laguna facultativa servirá también como reserva de agua en caso de incendio.
- Se instalarán las cañerías y equipos de bombeo para la extracción de aguas pluviales y lixiviados desde el módulo hacia el drenaje de aguas pluviales y la laguna anaeróbica, respectivamente, y las tuberías y equipos para el reciclado del lixiviado. En épocas con pocas precipitaciones, el agua pluvial podrá derivarse hacia la laguna facultativa, de manera de disponer de mayor cantidad de líquido para el riego y otros usos.
- Se instalará la balanza para camiones.

En la **operación** del relleno sanitario, se tomarán en cuenta las siguientes consideraciones:

- El camino de acceso y el camino de circulación interna hasta el frente de descarga deben mantenerse en adecuadas condiciones para la correcta circulación de los vehículos.
- Controlar el peso de los camiones en el ingreso y egreso del predio, de manera de llevar un registro de los residuos dispuestos. Los valores se registrarán en una computadora, y cada municipio (chofer) se llevará un comprobante firmado por el balancero donde se indique el tipo de material o residuo descargado y el peso.

Además esto permitiría repartir, entre los municipios, los gastos de operación del relleno sanitario, según las proporciones de residuos dispuestos por cada uno; esto dependerá del acuerdo/convenio a firmar.

- Controlar la descarga de los vehículos, verificando que los residuos sean del tipo RSU.
- Los residuos se colocarán en celdas (con cobertura diaria), comenzando por un vértice del módulo y siguiendo sobre una cara de compactación (talud), hacia afuera y arriba de ella. Las celdas se construirán con una altura de 1 m y un ancho de 5 m. La cobertura diaria será de unos 10 cm de suelo de espesor.
- Dado el pequeño volumen de residuos a disponer periódicamente, será suficiente contar con una pala cargadora para la operación diaria del relleno. Se utilizará para el movimiento y esparcimiento de los residuos, la colocación de las cubiertas y la compactación de las celdas (mediante la utilización de un accesorio de tipo rodillo vibrocompactador, que puede ser del tipo “pata de cabra” - preferentemente- o liso).
- Los residuos dispuestos se irán descomponiendo y, principalmente en la primera etapa, se generarán asentamientos. Se deberán rellenar las superficies asentadas para mantener el drenaje deseado. También los residuos se irán compactando debido al peso de las celdas superiores y el tránsito de vehículos/maquinaria.
- Se calculó la generación y captación de gas de relleno para cada año de operación y período post-clausura del relleno sanitario (ver página 276).
- El mayor volumen de lixiviados se generará en la época invernal, debido a la mayor cantidad de precipitaciones, y el diseño de las lagunas se confeccionó de manera de poder almacenarlo. Se deberá recircular los lixiviados mediante riego hacia las secciones rellenas con residuos, mejorando la estructura del relleno y favoreciendo la evaporación y evapotranspiración del lixiviado; mientras la sección se encuentre en operación, el riego se realizará mediante el uso de mangueras; cuando se haya colocado la cubierta final, se instalará un sistema de riego por aspersión. La fuente primaria para riego será la laguna facultativa, ya que es la que poseerá el lixiviado con un grado de tratamiento más avanzado, y la fuente secundaria será la laguna anaeróbica; la selección de la fuente será en forma automática por un sistema de flotante, según el nivel de líquido en las lagunas.
- El líquido almacenado en la laguna facultativa también podrá utilizarse para el riego superficial del predio en épocas de pocas precipitaciones, para el mantenimiento de los caminos y la vegetación del mismo. En dichas épocas, podrá recargarse esta laguna con las aguas pluviales captadas en las secciones sin rellenar del módulo.

- En caso de presentarse una situación extraordinaria de excesiva generación de lixiviados, pudiera sobrepasarse la capacidad de la laguna facultativa y no pudiera utilizarse el líquido para riego (por exceso hídrico en el suelo), ésta deberá vaciarse parcialmente mediante extracción con camión atmosférico o cisterna, que llevará el líquido a una planta de tratamiento de efluentes (el municipio de Aluminé posee un camión atmosférico que podría emplearse en dicha situación).
- Los efluentes líquidos de los vestuarios, baños y cocina del predio podrán descargarse en la laguna anaeróbica de lixiviados, previo paso por cámara séptica para la retención de sólidos.
- En caso de nevadas, se retirará la nieve caída sobre las secciones con residuos, de manera de disminuir la generación de lixiviados.
- Al haberse alcanzado la altura máxima del módulo y colocarse la cubierta final con la pendiente estipulada, se sembrará y/o plantará vegetación autóctona para minimizar el impacto ecológico y paisajístico, aumentar la evapotranspiración, reducir la infiltración de las precipitaciones en el módulo y favorecer los usos futuros del terreno.

De esta manera, sólo se requerirá equipo pesado (retroexcavadora y tractor de orugas) y mano de obra intensiva para la construcción inicial del relleno sanitario, y para la construcción de los módulos de relleno con sus lagunas de lixiviados, a medida que se complete cada módulo en operación (aproximadamente cada 4 o 6 años). En cuanto a la operación habitual diaria, podrá realizarse en forma manual y con la pala cargadora.

En la operación diaria del predio no se requerirán más de 3 o 4 personas. Una se encargará de la administración, control y pesaje; una se encargará de las tareas de conformación de las celdas, mediante el uso de la pala cargadora; y una o dos personas se encargarán del mantenimiento general del predio, dirección y supervisión de las descargas de residuos, conformación de las celdas y avance de los módulos, y extracción y reciclado de lixiviados y aguas pluviales.

La operación y funcionamiento del relleno sanitario será de lunes a sábados en el horario de 10 a 18 hs. Además habrá un puesto de guardia de 8 horas los días domingo, para control general del predio y supervisión de los lixiviados.

Se realizarán monitoreos trimestrales de calidad del aire, tanto dentro del predio como por fuera de éste, análisis semestrales del agua subterránea empleando los freáticos instalados, y análisis semestrales de la calidad del agua del río Aluminé. Se verificará el cumplimiento de la normativa aplicable y se compararán los resultados con los obtenidos previo a la construcción.

Se proveerá una capacitación completa a los trabajadores sobre el sistema de gestión de residuos, en higiene y seguridad, y específicamente en la operación del relleno sanitario, y se les proporcionarán Elementos de Protección Personal (EPP) y vestimenta. El predio deberá contar los tipos y cantidad de matafuegos correspondientes, además de una red contra incendio que permita alcanzar los módulos en caso de emergencia.

❖ Clausura y post-clausura del Relleno Sanitario

En la etapa de **clausura y mantenimiento post-clausura** del relleno sanitario, que durará entre 30 y 50 años aproximadamente, se realizarán principalmente las siguientes tareas:

- Control y mantenimiento general del predio.
- Monitoreos semestrales de calidad de aire y aguas subterráneas, y anuales de suelo y de lixiviados (permitiendo conocer como disminuyen las concentraciones de contaminantes en el lixiviado generado, a lo largo del tiempo).
- Extracción, control y reciclado de lixiviados.
- Mejoramiento paisajístico del predio.
- Instalación de la infraestructura para los usos futuros del terreno. Entre los usos posibles, se incluyen las siguientes propuestas:
 - Sitio abierto a la comunidad para visitas guiadas, esparcimiento y educación.
 - Inclusión de un puesto de atención al turista y/o pescadores, dada su cercanía con los ríos Aluminé y Pulmarí y con la intersección de las rutas provinciales N° 23 y 11.
 - Utilización como parte del recorrido de una maratón que podría organizarse en la zona.
 - Construcción de vivero de plantas autóctonas.

4.5. Síntesis esquemática

Por último, en la Figura 4.53 se presenta un esquema extremadamente resumido, que permite visualizar rápidamente la gestión de residuos planteada.

4.6. Posible normativa a proyectar e implementar

En esta sección se presentan algunas ideas para elaborar proyectos de ordenanzas locales y/o normativas a nivel provincial, que serían de utilidad para facilitar la implementación del sistema de gestión integral de residuos y conducir hacia:

- ✓ Normar las características de los cestos de disposición inicial de RSD.
- ✓ Integrar y normar todos los aspectos de la gestión integral de residuos, proponiendo metas de cumplimiento factible. Incluir penalizaciones para la falta de cumplimiento por parte de los diferentes actores del sistema.
- ✓ Exigir a los supermercados y almacenes la obligación de donar todos aquellos alimentos que se encuentren próximos a su fecha de vencimiento, a comedores gratuitos o entidades que se encarguen de preparar alimentos a personas sin recursos para alimentarse. Puede examinarse la Ley N° 2016-138 de Francia, su aplicación y resultados.
- ✓ Prohibir la entrega de bolsas plásticas descartables en todo comercio. Sólo podrán venderse bolsas compostables o de papel cuando deban estar en contacto directo con alimento. Idear un sistema de envases reutilizables para el transporte de alimentos: los comercios podrían vender frascos, bolsas, cajas, etc. para el transporte de los alimentos que lleven sus clientes, fomentando que éstos regresen con ellos en la siguiente visita.
- ✓ Establecer la responsabilidad extendida del productor, para que los fabricantes o importadores deban hacerse cargo de los costos del reciclaje, tratamiento y/o disposición final de productos como pilas, baterías, lámparas, tubos, RAEEs, botellas, etc. Una posibilidad es que los productores deban aportar a un fondo provincial una alícuota proporcional a los productos vendidos dentro de la provincia, que luego se pueda utilizar para costear los gastos que tienen los municipios y/o la provincia en tratamiento y disposición final de dichos tipos de residuos.

4.7. Recomendaciones finales

Por último, se recomienda a ambos municipios generar un proyecto ejecutivo de clausura y saneamiento para cada basural a cielo abierto, de manera de frenar la actividad contaminante, reducir los riesgos de contaminación al ambiente, minimizar la concentración de olores, aves y vectores de enfermedades, y mejorar el aspecto paisajístico. Se recomienda comenzar a implementarlos juntos o poco después de empezar la ejecución del proyecto de gestión integral de residuos.

5. PLANOS

Se presentan los planos correspondientes al diseño de las instalaciones de gestión de residuos proyectadas. Éstos sirven como referencia para comprender la distribución de espacios, equipos, circulación y funcionamiento de las mismas, y complementan el diseño descrito previamente.

Al momento de decidirse la ejecución del proyecto, se deberán confeccionar planos detallados de las obras, conforme a relevamientos específicos a realizarse en cada predio y con el asesoramiento de profesionales de ingeniería civil, que desarrollen el cálculo estructural e hidráulico.

En el Anexo III se adjuntan los planos del proyecto que se indican a continuación:

- Plano PCyRP1a: Planta de Compost y Restos de Poda de Aluminé – Ubicación en el predio disponible – Vista en planta.
- Plano PCyRP1b: Planta de Compost y Restos de Poda de Aluminé – Vista en planta.
- Plano PCyRP2: Planta de Compost y Restos de Poda de Villa Pehuenia-Moquehue – Vista en planta.
- Plano PCa: Planta de Clasificación – Predio completo – Vista en planta.
- Plano PCb: Planta de Clasificación – Edificio principal – Vista en planta.
- Plano RSa: Relleno Sanitario – Vista en planta.
- Plano RSb: Relleno Sanitario – Vista lateral de un módulo de relleno en operación.

6. EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

6.1. Resumen ejecutivo

En el presente informe se detalla el Estudio de Impacto Ambiental (EslA) del Proyecto de Gestión de Integral de Residuos en Aluminé y Villa Pehuenia-Moquehue a realizarse en el departamento de Aluminé, provincia de Neuquén, en cumplimiento con la normativa nacional, provincial, regional y municipal aplicable al ámbito. A su vez, tiene como objetivo principal poner de manifiesto aquellas actividades y acciones propias del proyecto que pueden traer consecuencias negativas para el ambiente natural y el socioeconómico, y propone alternativas y/o medidas que permitan evitar o atenuar dichos efectos.

El proyecto en cuestión se sitúa en los municipios de Aluminé y Villa Pehuenia-Moquehue, en las zonas Rucachoroi y Ñorquinco y en parte del territorio de la Corporación Interestadual Pulmarí, en el departamento de Aluminé, en el centro-oeste de la provincia de Neuquén. Esto se sitúa al oeste de la ruta provincial 23, a aproximadamente 290 kilómetros de distancia de la ciudad de Neuquén y unos 160 kilómetros de San Martín de los Andes.

La actividad a desarrollar consiste en la ejecución de un sistema integral de gestión de residuos sólidos urbanos, abarcando las tareas de generación, separación en origen, disposición inicial, recolección, transporte, tratamiento y disposición final, con proyección de al menos 20 años. Cabe resaltar que la finalidad del proyecto es mejorar la gestión de residuos con respecto a la situación actual; es decir, los residuos seguirán generándose, así se lleve adelante el proyecto o no, y éste busca optimizar su gestión y reducir el impacto ambiental de los mismos. Toda el área mencionada es el objeto de análisis del presente EslA, donde se caracterizó el medio físico y biológico, y el medio socioeconómico y de infraestructura, y se analizaron los efectos que se podrían generar sobre ellos a lo largo de las etapas de construcción, operación y finalización del proyecto.

Predominan los impactos ambientales positivos del proyecto por sobre los negativos; además estos últimos son de tipo leve. Esto se debe a que el proyecto pretende mejorar la gestión actual y fue elaborado desde una perspectiva de protección del medio ambiente. Además, si se sigue el plan de gestión ambiental, los impactos negativos podrán minimizarse.

Como conclusión se tiene que el proyecto es perfectamente viable y que –incluso– reducirá los impactos negativos e incrementará los positivos, respecto de la gestión actual de residuos.

6.2. Introducción

En cumplimiento con la Ley Nacional N° 25.675 y la Ley Provincial N° 1.875, se realizó el Estudio de Impacto Ambiental con el objetivo de analizar la incidencia del proyecto de gestión integral de residuos en Aluminé y Villa Pehuenia-Moquehue a realizarse en el departamento de Aluminé, provincia de Neuquén, en sus etapas de construcción, operación y finalización, sobre los medios físico, biológico, socioeconómico y de infraestructura, identificando los posibles efectos y cuantificando los impactos, de manera de desarrollar medidas de mitigación correspondientes y contribuir así al desarrollo sustentable del proyecto. De esta manera, luego de ser presentado ante la autoridad de aplicación, la Subsecretaría de Ambiente del Ministerio de Seguridad, Trabajo y Ambiente de Neuquén, y de ser expuesto en audiencia pública si así determinara, el objetivo último del presente informe es obtener el permiso correspondiente para llevar adelante el proyecto.

El presente estudio analiza las características del ambiente involucrado y evalúa las implicancias sobre el mismo desde el comienzo hasta la finalización del proyecto. Sobre este análisis, se proponen medidas para prevenir o disminuir los posibles impactos negativos sobre el ambiente.

6.3. Metodología

El Estudio de Impacto Ambiental se llevó adelante de la siguiente manera:

- El análisis de la descripción técnica del proyecto se realizó en gabinete.
- La caracterización ambiental de las áreas de influencia se realizó en gabinete en base a información secundaria, consultando bibliografía, estaciones meteorológicas y trabajos de investigación. También se visitó personalmente gran parte de las zonas involucradas, con anterioridad al desarrollo del proyecto.
- La evaluación de los impactos ambientales se llevó a cabo en gabinete mediante el análisis de los efectos que puede sufrir el medio ambiente a través de las distintas etapas y acciones del proyecto, utilizando matrices de acción-efecto y valorizándolos.
- El plan de gestión ambiental se realizó en gabinete.

6.4. Descripción del proyecto

6.4.1. Nombre del proyecto

Gestión integral de residuos en Aluminé y Villa Pehuenia-Moquehue, provincia de Neuquén.

6.4.2. Localización

El proyecto se sitúa en los municipios de Aluminé y Villa Pehuenia-Moquehue, en las zonas Rucachoroi y Ñorquinco y en parte del territorio de la Corporación Interestadual Pulmarí, en el departamento de Aluminé. Geográficamente abarca, de manera aproximada, el territorio comprendido entre las coordenadas:

- 38°53'9.47"S, 71°20'1.53"O
- 38°49'29.33"S, 71°12'45.67"O
- 38°53'39.20"S, 71° 2'5.11"O
- 39°17'25.78"S, 70°51'25.22"O
- 39°14'12.82"S, 71° 9'38.21"O
- 39° 7'54.92"S, 71°22'6.76"O

En la Figura 6.1 se puede ver el territorio abarcado por el proyecto (delimitado con puntos verdes) y la ubicación de las principales instalaciones.

Las principales vías de circulación del área en cuestión son las rutas provinciales N° 13, 23, 11 y 18. El tramo de interés de la ruta 13 está completamente pavimentado y en muy buen estado; la ruta 23 está parcialmente pavimentada (más del 60% del tramo en cuestión), encontrándose en buen estado, tanto el pavimento como la superficie de ripio; las rutas 11 y 18 están en buen estado de consolidación (no están pavimentadas).

En la Figura 6.2 se muestra un mapa del departamento de Aluminé donde se pueden ver las rutas del área del proyecto y los accesos.

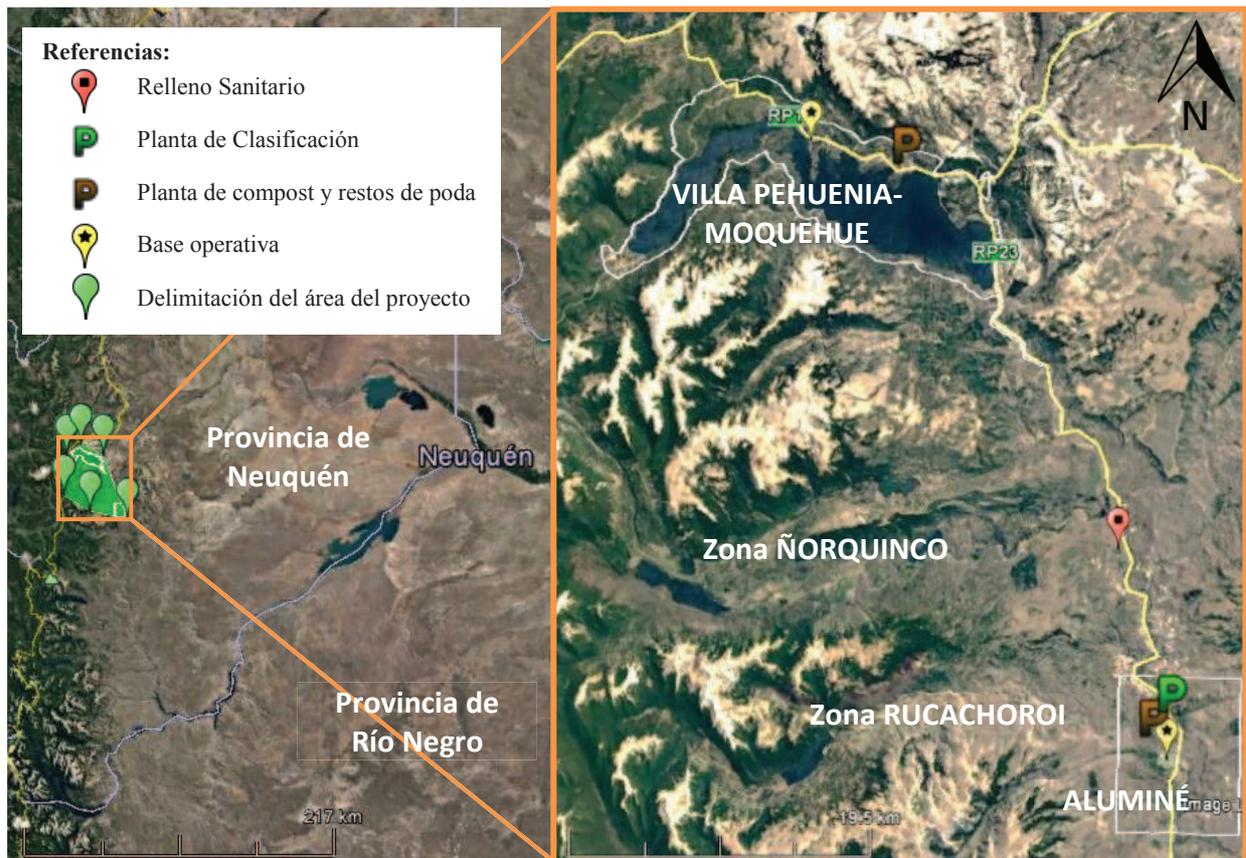


Figura 6.1: Imagen satelital del territorio abarcado por el proyecto y la ubicación de las principales instalaciones.
Fuente: Elaboración propia mediante el uso de Google Earth.

6.4.3. Área de estudio: características generales

El área de estudio refiere a la zona de influencia del proyecto, que básicamente será la zona de emplazamiento y desarrollo del mismo. Ésta se encuentra localizada en la región norpatagónica, abarcando parte de las ecorregiones de Bosques Patagónicos y Estepa Patagónica (Brown, Martínez Ortiz, Acerbi y Corcuera, 2006), como se muestra en la Figura 6.3. Aquí vive una gran diversidad de especies nativas; dentro del Parque Nacional Lanín se encuentran los únicos bosques de Pehuén (*Araucaria araucana*), Raulí (*Nothofagus nervosa*) y Roble Pellín (*Nothofagus obliqua*) protegidos a nivel nacional (Administración de Parques Nacionales, 2009).

La densidad poblacional es baja (menor a 2 habitantes/km² en el departamento de Aluminé según el Censo 2010 del INDEC), y las actividades principales son la agro-ganadera, forestal y turística. Hay pobladores rurales distribuidos en el amplio territorio, estancias, comunidades mapuches y, concentrando la mayor población, se encuentran las localidades de Aluminé, Villa Pehuenia y Moquehue, y barrios cercanos a ellas. En las zonas urbanas la población se encuentra mayormente abastecida de los servicios de electricidad, gas de red, y



Figura 6.3: Mapa de ecorregiones de la República Argentina, indicando el área de interés del proyecto. Fuente: Brown, Martínez Ortiz, Acerbi y Corcuera, 2006.

agua potable, y sólo una fracción de la localidad de Aluminé posee servicio de cloacas, mientras que en las zonas rurales prácticamente sólo se presenta el servicio de energía eléctrica.

6.4.4. Proyecto

Previamente se expuso detalladamente el proyecto en cuestión, por lo que aquí sólo se presentará un breve resumen del mismo.

6.4.4.1. Características técnicas generales del proyecto

El proyecto consiste en un sistema integral de gestión de residuos sólidos urbanos, abarcando las tareas de generación, separación en origen, disposición inicial, recolección, transporte, tratamiento y disposición final, con una proyección de al menos 20 años. Cabe resaltar que la finalidad del proyecto es mejorar la gestión de residuos con respecto a la situación actual; es decir, los residuos seguirán generándose, así se lleve adelante el proyecto o no, y éste busca optimizar su gestión y reducir el impacto ambiental de los mismos. Se considera la generación debida a la actividad turística en la zona, y se propone brindar servicio de recolección de residuos a poblaciones que actualmente no lo poseen, incluso pueblos originarios. Se incluyen también estrategias administrativas y de comunicación para el funcionamiento del sistema.

Las instalaciones más importantes que forman parte del proyecto en cuanto al potencial riesgo ambiental que implican, son aquellas destinadas al tratamiento y disposición final de residuos, y son las siguientes:

- Relleno sanitario
- Planta de clasificación
- Planta de compost y restos de poda de Aluminé
- Planta de compost y restos de poda de Villa Pehuenia-Moquehue

Estas instalaciones y sus sitios de emplazamiento son los objetos centrales de análisis en el presente Estudio de Impacto Ambiental.

6.4.4.2. Etapas del proyecto

Construcción - Implementación

Consiste en todas las tareas de construcción y/o modificación de las instalaciones, y las tareas necesarias para implementar el nuevo sistema de gestión (comunicación, contratación de personal, cambios administrativos, adquisición de equipamiento y capacitación).

Las tareas de construcción y remodelación incluirán: delimitación y preparación de los terrenos, movimiento de suelos, utilización de obradores, instalación de materiales y equipos, y construcción de instalaciones.

Operación

Es todo el período de funcionamiento de todo el sistema de gestión de residuos y de sus instalaciones individuales; se plantea con una duración mínima de 20 años, pero dependerá de muchos factores: decisiones políticas, cooperación de la comunidad, mejoras de tecnología disponible, cambios en la legislación, presupuesto, etc.

Finalización

Es el momento en que deje de aplicarse el sistema de gestión de residuos y/o sus instalaciones, e incluye las acciones y tareas de cierre y clausura de las instalaciones, en caso de que dejen de utilizarse. En cuanto al relleno sanitario, la clausura debe ser seguida por un período de control, mantenimiento y monitoreo post-clausura de alrededor de 30 años.

6.5. Caracterización ambiental del área

La caracterización ambiental del área de interés se denomina también como estudio de línea de base. Esto incluye los diversos aspectos y dimensiones del medio ambiente natural y socio-económico, presentados a continuación.

6.5.1. Clima y meteorología

Existe en el área un gradiente pronunciado de precipitaciones de oeste a este. Cerca de la Cordillera de Los Andes las precipitaciones superan los 2.000 milímetros anuales y disminuyen hacia el oriente hasta los 900 milímetros anuales en la longitud donde se encuentra Aluminé (Corporación Interestadual Pulmarí). Por otro lado, la temperatura media anual varía entre 8°C y 11°C, y el período libre de heladas es menor a 90 días (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2015). En la Figura 6.4 se pueden ver las temperaturas y precipitaciones medias anuales. El área presenta un marcado exceso de humedad en los meses de invierno y déficit hídrico en la época estival, y es más marcado a medida que se avanza hacia el Este. El viento dominante es del cuadrante Oeste-Noroeste (Corporación Interestadual Pulmarí), y los vientos medios mensuales son mayores en verano (16 km/h en diciembre) que en invierno (8 km/h en julio) (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2015).

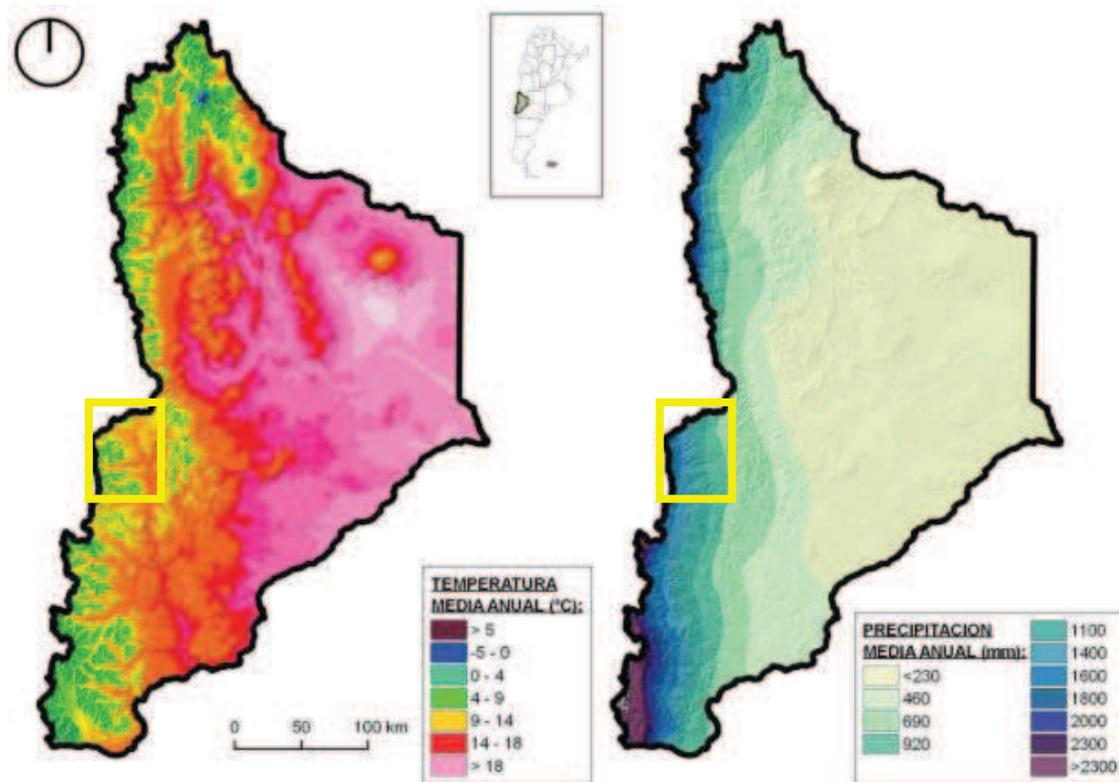


Figura 6.4: Mapas de temperaturas y precipitaciones medias anuales, indicando el área de estudio con un recuadro amarillo. Fuente: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2015.

La estación meteorológica del Servicio Meteorológico Nacional más cercana al área de estudio es Chapelco Aero, ubicada a más de 95 km (en el Aeropuerto Chapelco, entre San Martín de los Andes y Junín de los Andes), y la información que se pudo conseguir de ella es limitada. Por esta razón, y por las variaciones climáticas existentes dentro del propio área de estudio, se presenta también información de precipitaciones y temperaturas de la Estación Rahue (situada 15 km al sur de Aluminé, en las coordenadas $39^{\circ}22'11.8''$ S, $70^{\circ}55'59''$ O) de la Autoridad Interjurisdiccional de las Cuencas de los Ríos Limay, Neuquén y Negro, e información de vientos obtenida del servicio de “Meteoblue”, que brinda datos calculados a partir de modelos que utilizan información satelital de un período de 30 años, con una resolución espacial de 30 km. A continuación se presenta la información climática obtenida de estas fuentes.

Estación Meteorológica Chapelco Aero

Se presentan dos diagramas que se pudieron obtener de esta estación meteorológica del Servicio Meteorológico Nacional. En primer lugar, se muestran las precipitaciones extremas registradas en cada mes del año (Figura 6.6), pudiéndose observar que las mayores se presentaron en el mes de junio. Luego se presenta un diagrama con las temperaturas máximas y mínimas, menores y mayores, registradas en cada mes (Figura 6.5).

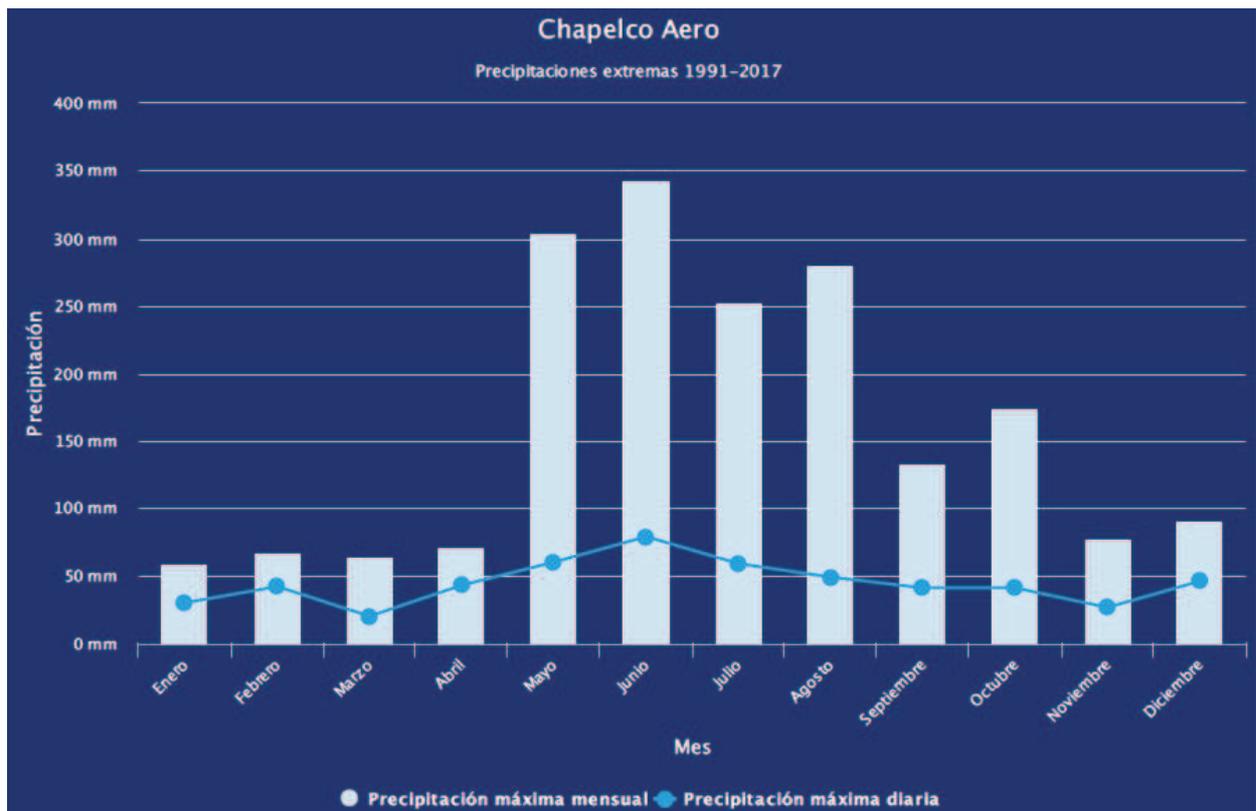


Figura 6.6: Gráfico de precipitaciones extremas registradas en la estación meteorológica Chapelco Aero en el período 1991-2017. Fuente: Servicio Meteorológico Nacional.

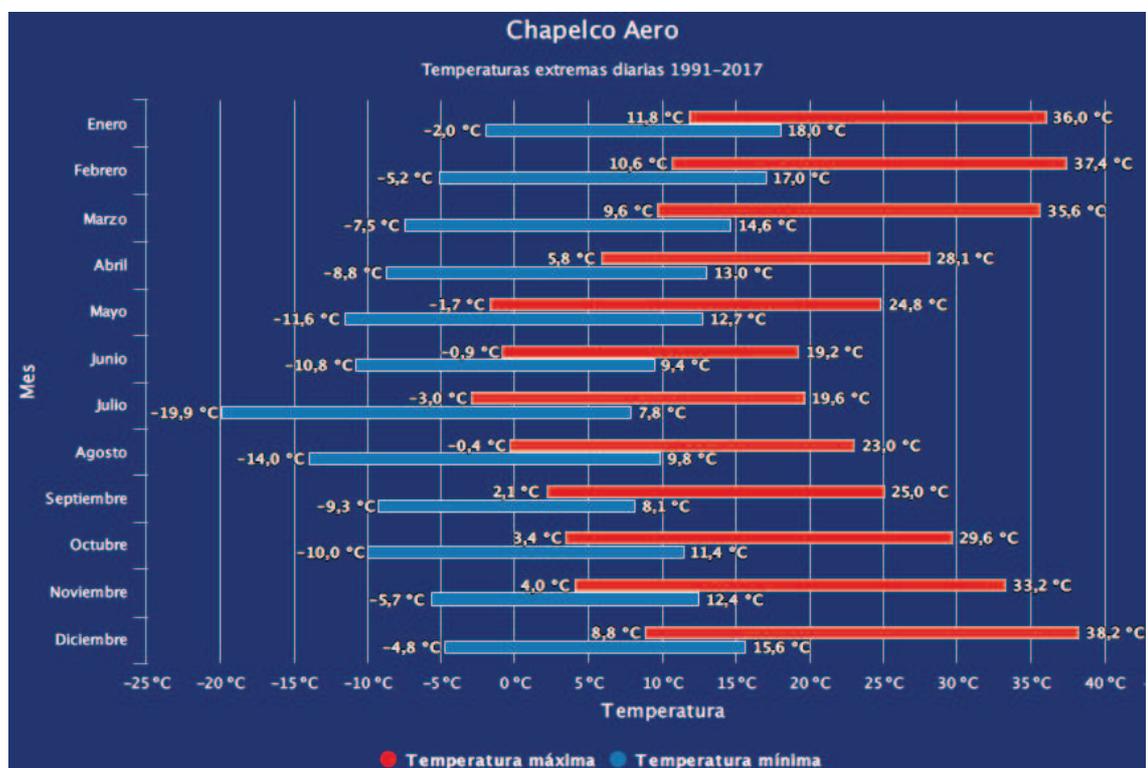


Figura 6.5: Gráfico de temperaturas extremas registradas en la estación meteorológica Chapelco Aero en el período 1991-2017. Fuente: Servicio Meteorológico Nacional.

Estación Rahue

Se presentan diagramas de precipitaciones y temperaturas resultantes de los registros del período 2001-2010. En la Figura 6.7 se presentan las temperaturas máximas, medias y mínimas mensuales; en la Figura 6.8 se muestran las precipitaciones máximas, mínimas y promedio mensuales.

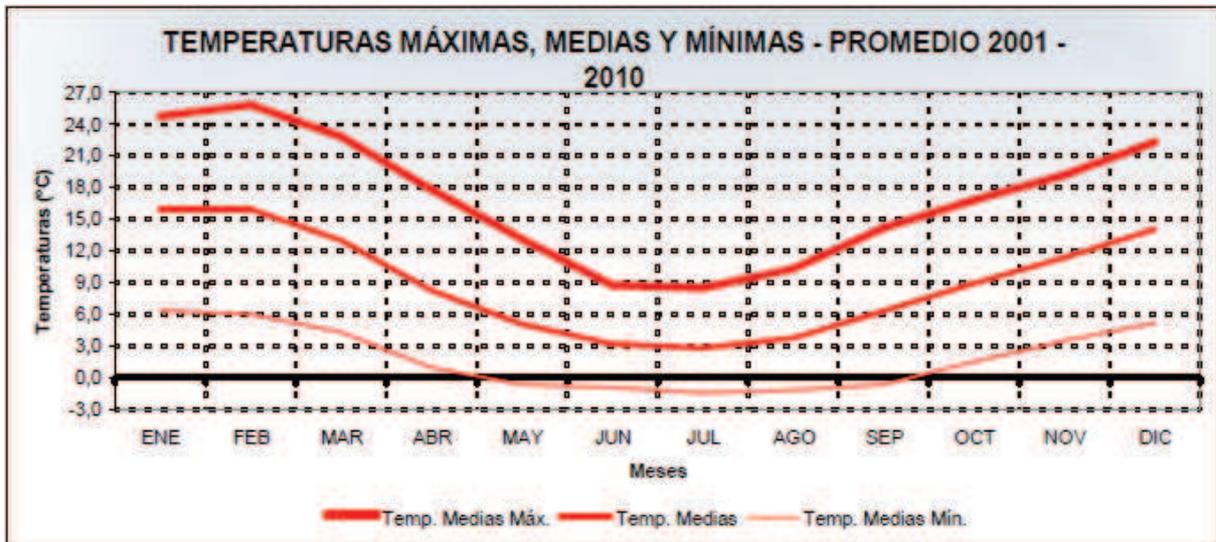


Figura 6.7: Gráfico de temperaturas máximas, medias y mínimas promedio del período 2001-2010 en la Estación Rahue. Fuente: AIC.

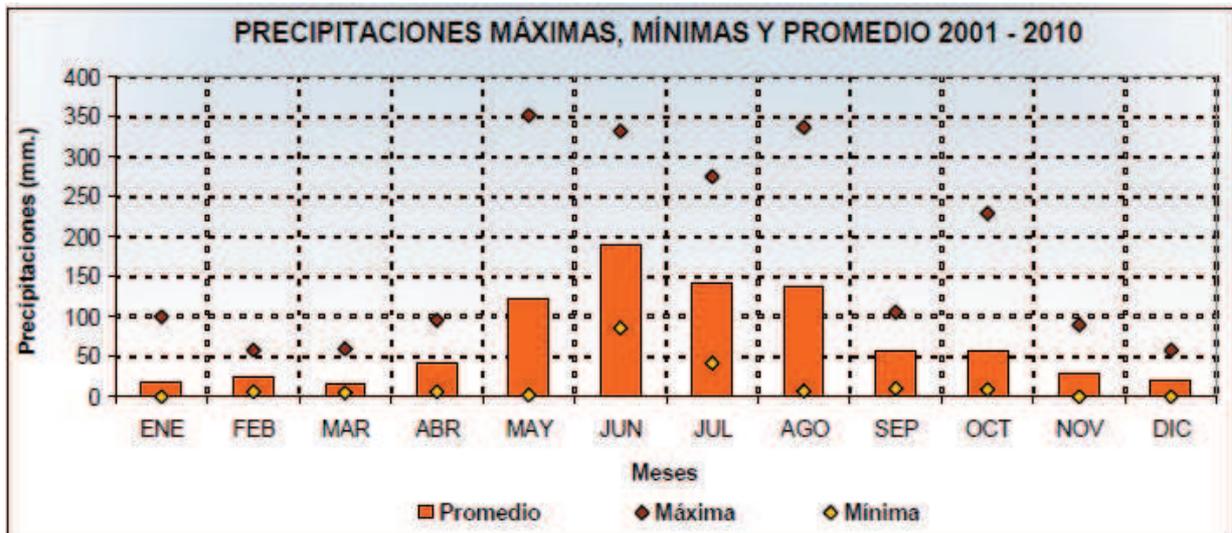


Figura 6.8: Gráfico de precipitaciones máximas, mínimas y promedio del período 2001-2010 en la Estación Rahue. Fuente: AIC.

Sitio de emplazamiento del relleno sanitario

Se presentan un diagrama obtenido del servicio Meteoblue acerca del sitio donde se propone emplazar el relleno sanitario (coordenadas 39°6'55.56"S, 70°57'27.76"O), según datos de los últimos 30 años. En la Figura 6.9 se presenta la rosa de los vientos, que muestra la cantidad de horas al año que el viento sopla en la dirección indicada.

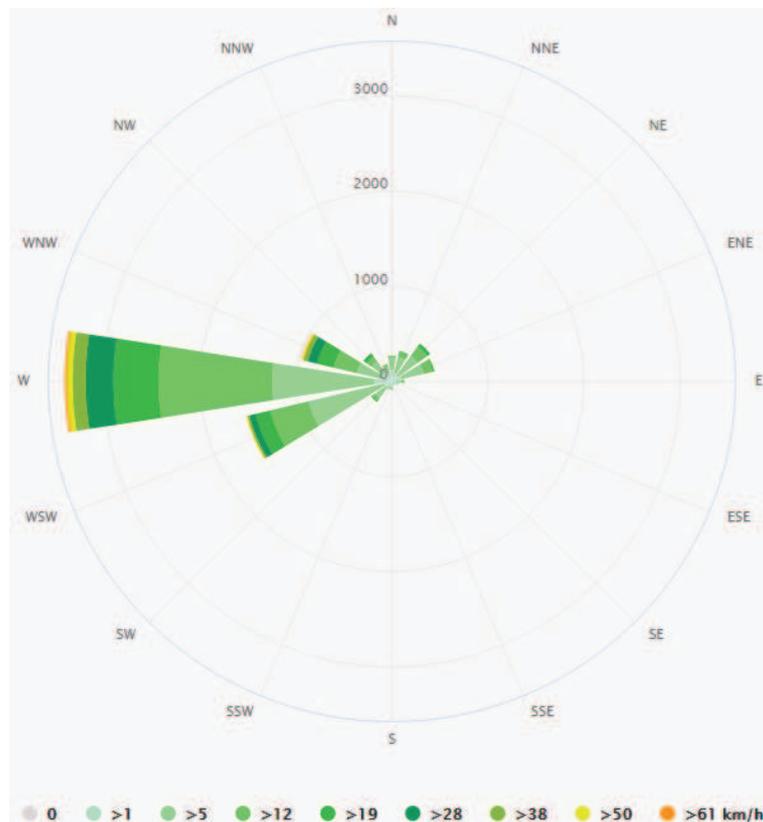


Figura 6.9: Gráfico “rosa de los vientos” del sitio de emplazamiento del relleno sanitario, que muestra la cantidad de horas al año que el viento sopla en la dirección indicada. Fuente: Meteoblue, 2018.

6.5.2. Geología, geomorfología y suelos

La región se encuentra dentro de la provincia geológica Cordillera Principal, donde predominan unidades volcánicas Neoterciarias, principalmente de edad Miocena y Pliocena (aproximadamente entre 25 y 2 millones de años). La geología es predominantemente volcánica (Rovere y Martínez). Las altitudes en el área oscilan entre los 850 y 2200 m.s.n.m.

La zona occidental se caracteriza por altas pendientes, una activa morfodinámica y altos porcentajes de afloramientos rocosos. La acción tectónica de la orogenia Andina produjo el ascenso y fallamiento de las diferentes litologías aflorantes en la Cordillera Norpatagónica (esencialmente rocas plutónicas paleozoicas y mesozoicas, y volcanitas y piroclásticas terciarias), conformando una faja plegada y corrida. Consecuentemente, una serie de bloques que gradualmente pierden altura hacia el este, constituyeron el paisaje sobre el que actuaron

las diferentes glaciaciones. El paisaje fue labrado esencialmente por la acción glaciaria y glacifluvial asociada, a las que con posterioridad se sumó la acción fluvial. El proceso eólico ha sido menos importante en el modelado, pero las cenizas y arenas transportadas por el viento son fundamentales como material originario de los suelos. La remoción en masa es importante y se encuentra generalizada; su resultado ha sido la inestabilidad de las pendientes, esencialmente aquellas rocosas, que han tenido un importante papel al interferir en la pedogénesis. Al proceso de reptaje, que se materializa en una carpeta de detritos y ocasionalmente conos de deyección, se suman frecuentes deslizamientos planares y rotacionales, caídas de rocas y *debris flows*. (Pereyra, Irisarri y Ferrer, 2011)

En la zona predominan las siguientes unidades geomórficas: relieve múltiple cordillerano con predominio del proceso erosivo glaciario; relieve estructural en sedimentitas mesozoicas plegadas; paisaje estructural homoclinal; y Relieve pedemontano (incluyendo geformas erosivas y deposicionales). (Pereyra, Irisarri y Ferrer, 2011)

La zona occidental del área de estudio corresponde a la región edáfica andina húmeda montañosa, y la zona oriental a la extra-andina subhúmeda de planicies, colinas y serranías (Pereyra, Irisarri y Ferrer, 2011).

En la Tabla 6.1 se presentan las principales características geológicas, geomorfológicas y suelos dominantes en estas regiones.

Tabla 6.1: Principales características geológicas, geomorfológicas y suelos dominantes. Referencias: tp: típicos; vt: vítricos; en: énticos; cr: crómicos. Fuente: Adaptado de Pereyra, Irisarri y Ferrer, 2011.

Región	Principal proceso geomórfico	Geoformas dominantes	Altitud (m)	Sustrato rocoso consolidado	Principales materiales originarios de los suelos	Suelos dominantes
Andina Húmeda Montañosa	Glacial	Planicies proglaciarias; arcos morénicos; circos; horns; arete; artesas; valles colgantes	2000 a 1500	Rocas ígneas (granitos y granodioritas) Rocas metamórficas (filitas, micacitas, gneiss, y migmatitas)	Depósitos de cenizas postglaciales, lapilli, o materiales de origen glacial contaminados con cenizas volcánicas	Fulvudandes tp. Hapludandes vt. Udivitrandes tp. Vitrixerandes tp. Humacueptes tp. Medifibristes tp.
De transición Subhúmeda de planicies, colinas y serranías	Volcánico con y sin control estructural. Fluvial sin control estructural.	Planicies basálticas y planicies lávicas pedemontanas. colinas y serranías.	1500 a 700	Basaltos, andesitas y riolitas. Tobas, tufitas y rocas graníticas	Depósitos aluviales Depósitos con escaso transporte (alteración de tobas, tufitas, andesitas y graníticas)	Xerortentes tp. Xeropsamentes tp. Haploxeroles en. Haploxeroles tp. Argixeroles cálcicoarídicos Argixeroles tp. Palloxerertes cr.

En la región Andina predomina el Orden Andisoles. Las lluvias orográficas disminuyen altitudinalmente de Oeste a Este originando una zonificación vertical de la vegetación y del proceso de andosolización; la alta retención hídrica, alta retención de fosfatos y alto tenor de cargas variables se atenúan desde el Oeste por disminución progresiva de las sustancias amorfas (alofano e imogolita) y la aparición de haloisita con el inicio del dominio de los Molisoles. La presencia de amorfos derivados de la alteración de cenizas volcánicas es responsable de un ambiente edáfico bien drenado. La elevada porosidad de los piroclastos determina una baja densidad aparente (menos de 850 kg/m³) y un medio lixivante bien aireado. La Subregión Húmeda Montañosa, es la que exhibe los suelos con pH más bajos (4,5-5,5), a menudo con presencia de mantillo forestal, elevada relación C/N y altos contenidos de materia orgánica (hasta 8% en horizontes minerales). (Pereyra, Irisarri y Ferrer, 2011)

La región Subhúmeda de planicies, colinas y serranías es una zona de transición con régimen xérico (inviernos húmedos y veranos secos). Aquí hay predominio de una estepa herbácea, herbáceo-arbustiva y escasas porciones de bosque muy ralo. Los suelos de cenizas volcánicas tienen caracteres ándicos muy atenuados y en presencia de rocas cristalinas dominan Molisoles (Haploxeroles énticos y Argixeroles cálcicos). La materia orgánica en los suelos varía entre 3 y 6 %, y el cociente C/N entre 14 y 10, el pH tiene un rango entre 6 (superficial) hasta levemente alcalino en casos con acumulaciones calcáreas no cementadas. Principalmente en presencia de rocas cristalinas, los suelos poseen un horizonte argílico, con evidentes rasgos de argiluvación. (Pereyra, Irisarri y Ferrer, 2011)

En la Tabla 6.2 se presentan las características principales de los factores de formación y propiedades de los suelos en el área de estudio.

Tabla 6.2: Variación de los factores y propiedades de los suelos en sentido Oeste-Este. Fuente: Adaptado de Pereyra, Irisarri y Ferrer, 2011.

Principales características		Zona Andina Húmeda Montañosa	Zona de transición Subhúmeda de planicies, colinas y serranías
Factores pedogenéticos	Precipitación (mm)	>1500 - 900	900 - 600
	T. media anual (°C)	<8	9
	Vegetación zonal	Bosque denso a semidenso	Ecotono bosque – estepa
	Geoformas principales	Paisaje de erosión – acumulación glaciaria	Morenas, planicies glaci-fluviales y terrazas
	Altitud (m.s.n.m.)	1400 – 1000	900 – 800
	Materiales originarios	Ceniza, lapilli y till	Ceniza, gravas y arenas glaci-fluviales

<i>Principales suelos</i>		Udivitrands Hapludands Hapludoles Criortentes	Haploxerands Haploxeroles Xerortentes Haploxeralfes
<i>Edafoclima</i>	Régimen de humedad	Údico	Xérico
	Régimen de temperatura	Criíco - Mésico	Mésico
<i>Principales propiedades</i>	Materia orgánica (%)	> 24	4 - 2
	pH en agua	5.2	5.9
	pH en KCl	4.7	5.6

En resumen, se aprecia un conjunto de variaciones en los suelos en sentido Oeste-Este, que se manifiestan en una disminución de los contenidos de materia orgánica y la atenuación de la melanización (oscurecimiento) en su expresión y espesor; también el complejo de intercambio se exhibe progresivamente más saturado, y el pH se eleva paulatinamente, como consecuencia del incremento de concentraciones salinas, yesosas y calcáreas, acorde a un régimen hídrico más deficitario. A nivel de órdenes de suelo, se observa el predominio de Andosoles, Entisoles y Aridisoles. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2015)

Los suelos de los valles son típicamente aluvionales, su textura varía entre arenosa y franco limosa, con contenidos muy bajos en materia orgánica, velocidad de infiltración media a alta, con un perfil profundo y escaso desarrollo relacionado con las condiciones climáticas de aridez y semiaridez, y a la dinámica fluvial. A la deposición de material de origen aluvial por acción del río, deben sumarse los depositados por el viento que llevaron a la formación de pequeños médanos. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2015)

Los materiales originarios determinaron dos características importantes en los suelos de la región: el alto contenido salino del material parental es responsable en parte de la actual salinidad de los suelos, y los sedimentos gruesos cerca de la superficie permiten un buen drenaje y permeabilidad. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2015)

En la Figura 6.11 se muestran los suelos que se identifican en la provincia de Neuquén, demarcando el área de estudio, y en la Figura 6.10 se presenta un mapa de elevación digital del terreno del área de estudio.

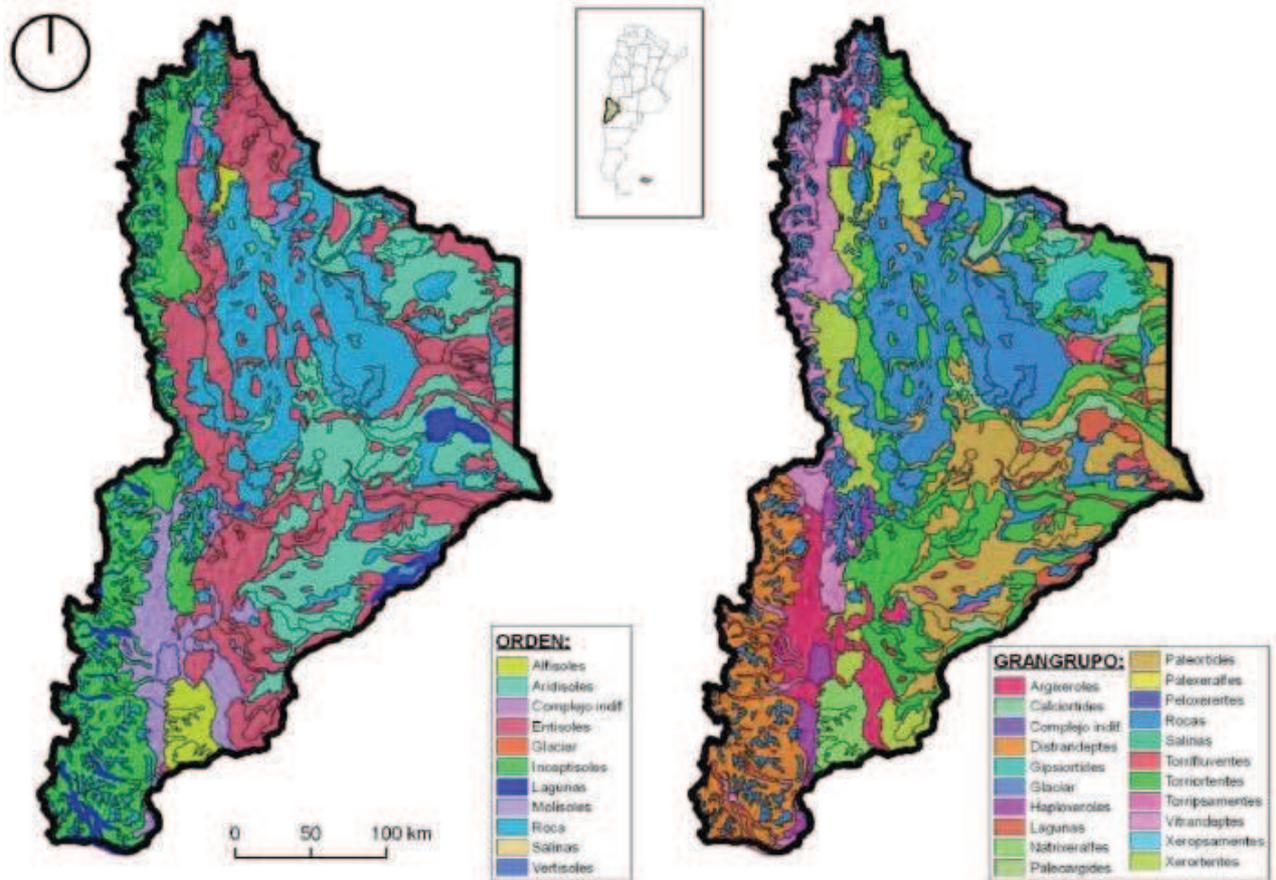


Figura 6.11: Mapa de suelos de la provincia de Neuquén, indicando el área de estudio con un recuadro amarillo. Fuente: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2015.

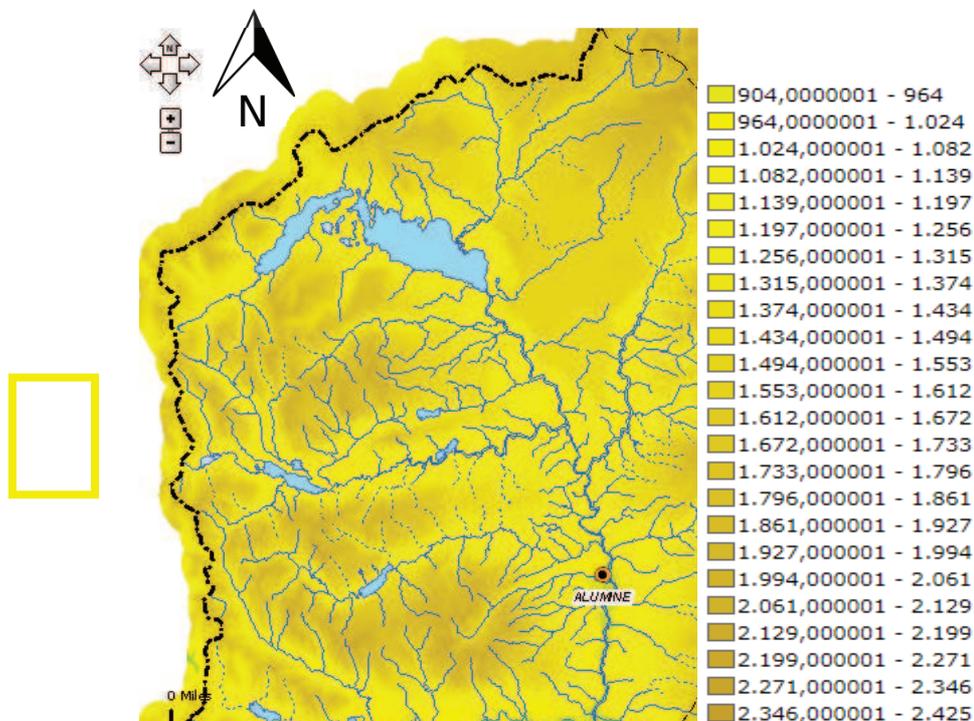


Figura 6.10: Mapa de elevación digital del terreno del área de estudio. En color celeste se muestran los cuerpos y cursos de agua. Fuente: Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación, 2010.

6.5.3. Hidrografía

La provincia de Neuquén está compuesta por 5 cuencas hidrográficas, de las cuales tres desaguan en el Océano Atlántico (de los ríos Limay, Neuquén y Colorado), una en el Océano Pacífico (del lago Lácar) y una es endorreica (del Bajo de Añelo). Las cuencas pueden visualizarse en la Figura 6.12.

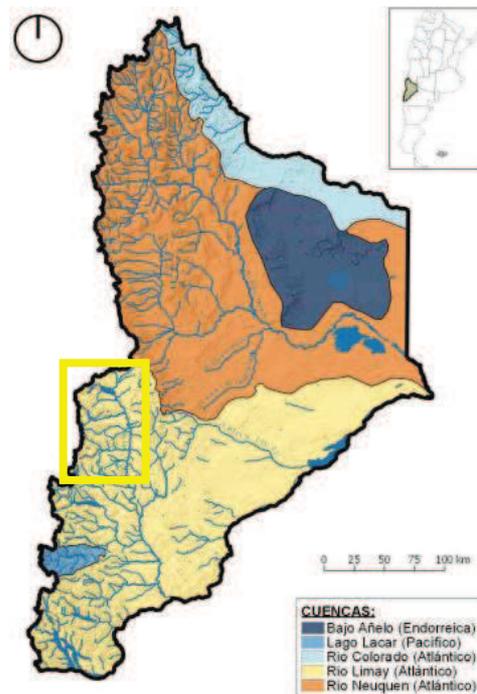


Figura 6.12: Mapa de cuencas hidrográficas de la provincia de Neuquén, indicando el área de estudio con un recuadro amarillo. Fuente: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2015.

A su vez, dentro del área de estudio se pueden identificar subcuencas, que se visualizan en la Figura 6.13.

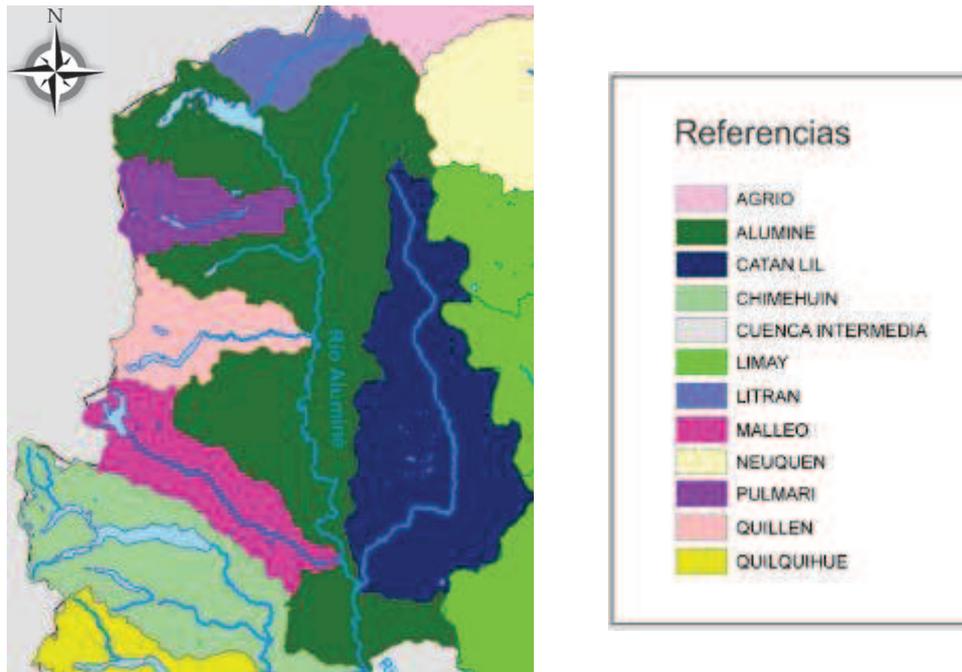


Figura 6.13: Mapa de subcuencas hidrográficas del área de estudio. Fuente: Adaptado de AIC.

Los cuerpos y cursos de agua más importantes del área de estudio en relación al proyecto son los lagos Moquehue, Aluminé, Ñorquinco, Quillén y Rucachoroi, y los ríos Litrán, Pulmarí, Rucachoroi y -centralmente- el río Aluminé, ya que recibe directa o indirectamente las aguas de todos los previamente mencionados. El lago Quillén posee 23,2 km² de superficie, el lago Ñorquinco 5,8 km², el lago Rucachoroi 3,4 km², el lago Moquehue 18 km² y el lago Aluminé 53,6 km² (Turner, 1976; Galli, 1969).

El río Aluminé nace en el lago homónimo y recorre 170 km en dirección Norte-Sur hasta desembocar en el río Collón Curá, que luego vuelca sus aguas en río Limay (Martínez). En la Figura 6.14 se presentan los caudales mensuales registrados para el río Aluminé en la Estación Rahue (coordenadas 39°22'11.8" S, 70°55'59" O) en el período 2001-2010 (AIC). El caudal promedio anual es de 112,5 m³/s.

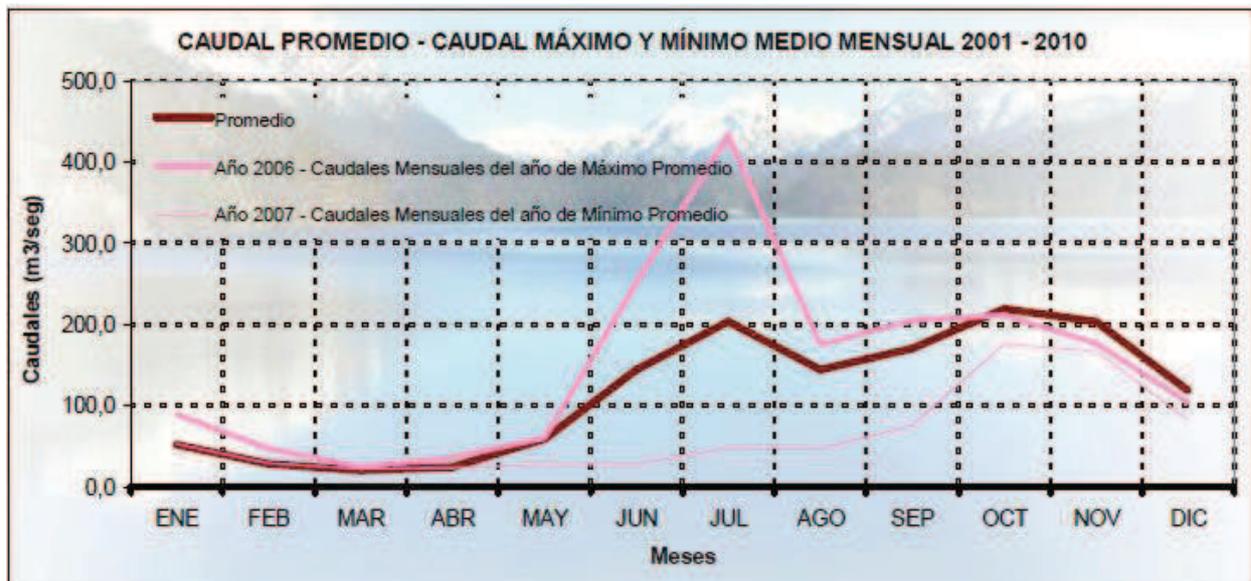


Figura 6.14: Gráfico de caudales mensuales registrados en el río Aluminé, en la Estación Rahue en el período 2001-2010. Fuente: AIC.

El comportamiento hidrológico de la región funciona con el aporte de las precipitaciones y los lagos; el agua circula pendiente abajo, a través de ríos y arroyos en sentido oeste-este, como así también superficialmente o en forma subcutánea, hasta el río Aluminé. La escorrentía superficial está determinada por la presencia de abundantes rocas volcánicas, basálticas, que son impermeables, con algunas excepciones dadas por fracturas, que permiten la circulación de agua, aunque de manera muy limitada, hacia niveles inferiores donde se encuentran las metamorfitas de la Formación Colohuincul. (C. A. Parica, comunicación personal, 25 de septiembre de 2018)

Una parte del agua se moviliza en forma superficial, donde existen afloramientos de basaltos, mientras que el flujo subterráneo se produce por los sedimentos de origen glaciario, que pueden ser depósitos morénicos poco consolidados, o bien por sedimentos finos glaciales, permeables y en los mallines. Durante el año se producen fluctuaciones muy importantes, con dos períodos de abundante agua, invierno y primavera (en invierno hay abundantes precipitaciones y en primavera se produce el deshielo) (C. A. Parica, comunicación personal, 25 de septiembre de 2018). Se considera que existe una muy buena calidad de aguas superficiales y subterráneas en la zona (INTA).

6.5.4. Medio ambiente biológico

Comenzando desde la zona cordillerana, las altas cumbres están pobladas por hierbas y arbustos, tales como senecios de altura (*Senecio argyreus*), las loasas (*Loasa nana*), adesmias (*Adesmia parviflora* y otras); en cuanto a la fauna, el cóndor, el chinchillón y el yal andino son algunos de los animales presentes allí.

Descendiendo al ambiente de bosque húmedo, se encuentran especies vegetales como *Ourisia poeppigii*, *Fuchsia maguellanica*, el amancay (*Alstroemeria aurea*), *Calceolaria crenatiflora* y otras. Los árboles predominantes aquí son los del género *Nothofagus* (coihue, raulí, roble pellín, lenga y ñire), y la especie más característica de la zona es el pehuén (*Araucaria araucana*). Se encuentran animales como el pudú, el puma y la rana grácil. (Administración de Parques Nacionales, 2009)

Siguiendo hacia el este, comienza un ambiente de transición del bosque a la estepa, alternándose porciones de bosque con matorrales y pastizales. Aquí se encuentran las mutisias (*Mutisia spinosa* y *Mutisia retusa*), el notro (*Embothrium coccineum*) y las orquídeas (*Gavilea lutea* y otras); habitan el cabecita negra (*Carduelis barbatus*) y el piche (*Zaedyus pichiy*). (Administración de Parques Nacionales, 2009)

Por último, la zona ubicada más al oeste dentro del área de estudio, corresponde a un ambiente de estepa, caracterizado por vegetación herbácea y arbustiva adaptada a las sequías (xerófitas), como los coirones (*Stipa sp.*, *Poa sp.*, *Festuca sp.*), el neneo (*Mulinum spinosum*), el oxalis (*Oxalis adenophylla*) y las acaenas (*Acaena splendens* y otras). El zorrino común (*Conepatus chinga*) es una de las especies que habitan este ambiente. (Administración de Parques Nacionales, 2009)

Dada la amplia biodiversidad existente, no se listarán las especies presentes; sólo se nombraron anteriormente algunas de las especies más representativas. Existen amplios listados validados de especies autóctonas, exóticas, endémicas y en peligro de extinción que habitan en el Parque Nacional Lanín y el área de estudio, que se pueden consultar en la página web del Sistema de Información de Biodiversidad, de la Administración de Parques Nacionales.

El Parque Nacional Lanín está a cargo de la protección de un amplio territorio que incluye a estos cuatro tipos de ambientes, mediante un sistema de comanejo con las comunidades mapuches locales que habitan dentro del Parque y en sus inmediaciones; en el año 2000, la Administración de Parques Nacionales y el pueblo mapuche formalizaron una política de comanejo: ambas partes reconocen los derechos legítimos de cada una y acordaron desarrollar en el Parque iniciativas relacionadas con la legislación, territorialidad y manejo de los recursos naturales.

6.5.5. Medio ambiente socio-económico y de infraestructura

La información a continuación sobre el medio socio-económico y de infraestructura complementa a la presentada previamente en el proyecto.

En las Tablas Tabla 6.3 a Tabla 6.6 se presentan datos poblacionales, de viviendas, de hogares y de servicios, correspondientes a relevamientos censales del departamento de Aluminé y la provincia de Neuquén.

Tabla 6.3: Población y densidad demográfica del departamento de Aluminé. Fuente: Elaborado por la Dirección Provincial de Estadística y Censos de la Provincia del Neuquén en base a datos de los Censos Nacionales de Población 1991, 2001 y 2010. INDEC.

Censo	Población Total	Densidad (hab/Km2)
1991	4.946	1,1
2001	6.308	1,3
2010	8.306	1,8

Tabla 6.4: Hogares por tipo de desagüe del inodoro, según provisión y procedencia del agua, en el departamento de Aluminé. Fuente: INDEC, 2010.

Provisión y procedencia del agua	Total de hogares	Tipo de desagüe del inodoro				Sin retrete
		A red pública (cloaca)	A cámara séptica y pozo ciego	A pozo ciego	A hoyo, excavación en la tierra	
Total	2.432	1.116	626	358	168	164
Por cañería dentro de la vivienda	1.904	1.094	558	207	25	20
Red pública	1.473	1.091	295	69	12	6
Perforación con bomba de motor	48	1	43	4	-	-
Perforación con bomba manual	5	-	4	1	-	-
Pozo	61	-	35	22	2	2
Transporte por cisterna	17	-	11	6	-	-
Agua de lluvia, río, canal, arroyo o acequia	300	2	170	105	11	12
Fuera de la vivienda pero dentro del terreno	379	22	54	124	101	78
Red pública	129	22	14	34	36	23
Perforación con bomba a motor	2	-	-	2	-	-
Perforación con bomba manual	2	-	-	-	2	-
Pozo	54	-	6	19	12	17
Transporte por cisterna	1	-	-	-	-	1
Agua de lluvia, río, canal, arroyo o acequia	191	-	34	69	51	37
Fuera del terreno	149	-	14	27	42	66
Red pública	13	-	4	4	3	2
Perforación con bomba a motor	-	-	-	-	-	-
Perforación con bomba manual	-	-	-	-	-	-
Pozo	38	-	3	5	5	25
Transporte por cisterna	1	-	-	-	1	-
Agua de lluvia, río, canal, arroyo o acequia	97	-	7	18	33	39

Tabla 6.5: Población en viviendas particulares por presencia de servicios, según departamento de la provincia de Neuquén. *Refiere a la existencia de transporte público a menos de 300 metros. Fuente: INDEC, 2010.

Departamento	Población en viviendas particulares	Presencia de servicios									
		Recolección de residuos		Transporte público*		Pavimento		Boca de tormenta o alcantarilla		Alumbrado público	
		Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No
Total	541.984	495.982	46.002	439.484	102.500	290.499	251.485	211.984	330.000	515.000	26.984
Aluminé	7.761	5.550	2.211	725	7.036	959	6.802	1.415	6.346	7.004	757
Añelo	10.744	8.720	2.024	3.924	6.820	3.452	7.292	1.892	8.852	10.333	411
Catán Lil	2.140	858	1.282	395	1.745	70	2.070	641	1.499	1.011	1.129
Chos Malal	14.886	12.749	2.137	12.602	2.284	4.419	10.467	5.707	9.179	14.406	480
Collón Curá	4.509	3.782	727	508	4.001	866	3.643	1.071	3.438	3.990	519
Confluencia	360.015	339.815	20.200	337.659	22.356	230.661	129.354	162.290	197.725	341.901	18.114
Huiliches	14.093	12.104	1.989	10.177	3.916	5.500	8.593	3.970	10.123	13.477	616
Lácar	28.221	25.650	2.571	23.858	4.363	15.453	12.768	12.415	15.806	28.142	79
Loncopué	6.875	4.534	2.341	1.123	5.752	2.040	4.835	1.842	5.033	5.401	1.474
Los Lagos	10.687	9.936	751	8.806	1.881	1.633	9.054	2.081	8.606	10.383	304
Minas	7.085	4.798	2.287	1.742	5.343	49	7.036	1.053	6.032	6.783	302
Ñorquín	4.506	2.827	1.679	1.529	2.977	310	4.196	1.788	2.718	4.076	430
Pehuenches	22.931	21.232	1.699	3.405	19.526	2.790	20.141	3.618	19.313	22.010	921
Picún Leufú	4.551	3.354	1.197	746	3.805	381	4.170	215	4.336	4.442	109
Picunches	6.806	5.862	944	2.212	4.594	1.562	5.244	1.477	5.329	6.293	513
Zapala	36.174	34.211	1.963	30.073	6.101	20.354	15.820	10.509	25.665	35.348	826

En la Tabla 6.5 se puede observar que más del 25% de la población del departamento de Aluminé no cuenta con servicio de recolección de residuos; uno de los fines del presente proyecto es reducir dicho porcentaje.

Tabla 6.6: Hogares por tipo de vivienda, según combustible utilizado principalmente para cocinar, en el departamento de Aluminé. Fuente: INDEC, 2010.

Combustible utilizado principalmente para cocinar	Total de hogares	Tipo de vivienda							
		Casa	Rancho	Casilla	Departamento	Pieza/s en inquilinato	Pieza/s en hotel o pensión	Local no construido para habitación	Vivienda móvil
Total	2.432	2.088	152	80	61	39	1	8	3
Gas de red	1.330	1.240	6	8	56	17	1	2	-
Gas a granel (zeppelin)	41	40	-	-	1	-	-	-	-
Gas en tubo	57	53	-	2	-	2	-	-	-
Gas en garrafa	729	610	32	58	4	17	-	5	3
Electricidad	1	1	-	-	-	-	-	-	-
Leña o carbón	272	143	114	12	-	2	-	1	-
Otro	2	1	-	-	-	1	-	-	-

El área de estudio posee infraestructura de servicios de alojamiento turístico, gastronomía, estaciones de servicio y supermercados, entre otros. Se encuentra próxima al

paso internacional Icalma, una manera sencilla de cruzar desde y hacia Chile. Cuenta con prestadores de servicios para realizar diversas actividades, como deportes invernales (centro invernal Batea Mahuida) caminatas, cabalgatas, trekking, rafting, mountain bike, 4x4, montañismo, balseadas familiares, pesca deportiva, paseos y actividades recreativas tradicionales. Además aquí se disputa todos los años el campeonato de rafting categoría turista, y se realizan diversos festejos culturales a lo largo del año, como la Fiesta Provincial del Pehuén y el Festival del Chef Patagónico. (INTA)

Entre las principales actividades económicas, se encuentran la ganadería extensiva, la explotación forestal y un creciente desarrollo turístico (Jurio, Cappelletti y Torrens).

Se encuentran distintas comunidades mapuches distribuidas en el territorio. Realizan cultivos de subsistencia, forestales, venta de leña, cría de ganado, confección de tejidos y productos artesanales (INTA). También brindan servicios turísticos, tal como alojamiento.

6.5.6. Riesgos

En lo que respecta a riesgos debidos a agentes externos al proyecto, se deben considerar principalmente los siguientes factores:

- **Actividad sísmica.** La zona de estudio se corresponde con una zona sísmica N°2, clasificada con peligrosidad sísmica “moderada”, con una aceleración máxima del suelo de 0,18 g con probabilidad de recurrencia de 500 años, según el Instituto Nacional de Prevención Sísmica (INPRES).
- **Actividad volcánica.** Especialmente la zona puede verse afectada por erupciones que podrían producirse en volcanes chilenos (Lonquimay, Llaima, Solipulli y Calbuco); esto se debe a la localización de los mismos y la dirección predominante de los vientos. Los aspectos más relevantes a considerar son la caída de cenizas y material piroclástico (Jurio, Cappelletti y Torrens).
- **Incendios.** Este riesgo está presente en cualquier proyecto, pero en la zona en cuestión se acrecienta en el verano, debido a las temperaturas y las pocas precipitaciones.

Frente a los riesgos descritos, deben disponerse planes y sistemas de emergencia, elaborados por profesionales de dichas áreas, que permitan minimizar los daños a la salud, al medio ambiente y a las instalaciones. Tanto frente a sismos como incendios, el proyecto contempla medidas como la construcción sismorresistente y la instalación de sistemas contra incendios apropiados a cada planta y al relleno sanitario.

6.6. Evaluación de los impactos ambientales

6.6.1. Acciones potencialmente generadoras de impacto ambiental

Las acciones y tareas consideradas y analizadas en cuanto a su potencial impacto ambiental, en cada etapa del proyecto, son las siguientes:

Etapa de construcción - implementación

- Ocupación de suelo
- Movimiento de suelos
- Construcción – Remodelación de instalaciones
- Adquisición de vehículos e instalación de equipos
- Implementación de campaña de comunicación
- Modificación del tipo de disposición inicial y recolección
- Ampliación del área con servicio de recolección de residuos

Etapa de operación

- Funcionamiento y operación de las 3 plantas, el relleno sanitario y el nuevo sistema de gestión integral
- Aprovechamiento – Reúso – Reciclaje de residuos
- Disposición final segura de residuos
- Generación de gases y olores
- Generación de lixiviados
- Aumento del tránsito vehicular por ampliación del área de recolección
- Continuidad de la campaña de comunicación

Etapa de finalización

- Modificación del sistema de gestión de residuos o reemplazo por uno alternativo
- Cierre de las plantas y el relleno sanitario
- Control y monitoreo post-clausura del relleno sanitario
- Reacondicionamiento de los predios para nuevos usos y/o recuperación del terreno original

6.6.2. Metodología de la evaluación de los impactos ambientales

Identificadas las acciones y tareas involucradas en el proyecto, se desarrolló una matriz de Leopold, en la que se presentaron dichas acciones y los factores del medio susceptibles de ser afectados.

Luego los impactos se caracterizaron teniendo en cuenta una serie de atributos y cuantificándolos: signo +/-, intensidad, extensión, momento, persistencia, reversibilidad, sinergia, acumulación, efecto y recuperabilidad (en el Anexo I –página 293- se detalla la metodología de valoración).

Una vez cuantificados los atributos de cada impacto, se procedió a confeccionar la matriz de impacto ambiental, en la que cada casilla de cruce corresponde a un impacto.

Para una mejor visualización e interpretación de los resultados de los impactos, se decidió asociar los valores numéricos con clases y colores, según lo indicado en la Tabla 6.7:

Tabla 6.7: Clasificación y visualización de impactos según su magnitud.

VALORES	TIPO
Positivos	Positivo
>-51	Leve
Entre -51 y -80	Medio
< -80	Alto

Sólo se han cuantificado los impactos de valor negativo, puesto que sus valores no resultarían comparables con los positivos.

Los casilleros en blanco representan acciones que no producen impacto apreciable.

6.6.3. Matriz de evaluación de impacto ambiental

A partir de la caracterización de los impactos ambientales identificados, y siguiendo la metodología de evaluación de impactos descripta, se confeccionó la matriz de impactos ambientales (Tabla 6.8).

Tabla 6.9: Matriz de impactos ambientales del proyecto.

Medio Receptor		Medio Natural												Medio Socio Económico					
		Físico - Químico						Biológico						Aspectos Sociales		Aspectos económicos			
		Suelo	Relieve	Agua superficial	Agua subterránea	Atmósfera	Paisaje	Flora	Fauna	Calidad de vida	Educación	Salud	Infraestructura	Generación de Empleo					
Acciones	Ocupación de suelo																		
	Movimiento de suelos - conformación de caminos y superficies	-27	-27	-23		-24	-24	-22	-27	-21	-25	-25							
	Construcción – Remodelación de instalaciones					-24	-24	-22	-27										
	Adquisición de vehículos e instalación de equipos					-24	-24	-22	-27										
	Implementación																		
	Implementación de campaña de comunicación																		
	Modificación del tipo de disposición inicial y recolección																		
	Ampliación del área con servicio de recolección de residuos					-27	-27	-27	-27										
	Funcionamiento y operación de las 3 plantas, el relleno sanitario y el nuevo sistema de gestión integral					-27	-27	-27	-27										
	Operación	Aprovechamiento - Reuso - Tratamiento - Reciclaje de residuos																	
Disposición final segura de residuos																			
Generación de emisiones gaseosas						-31	-31	-31					-31						
Generación de lixiviados		-45		-45	-45									-42					
Aumento del tránsito vehicular por ampliación del área de recolección						-27	-27	-27	-27					-27					
Continuidad de la campaña de comunicación																			
Finalización y Post-clausura	Modificación del sistema de gestión de residuos o reemplazo por uno alternativo																	-41	-41
	Cierre de las plantas y el relleno sanitario																	-41	-41
	Control y monitoreo post-clausura del relleno sanitario																		
	Reacondicionamiento de los predios para nuevos usos y/o recuperación del terreno original																		

Como se puede ver, predominan los impactos ambientales positivos por sobre los negativos; además estos últimos son de tipo leve. Esto se debe a que el proyecto pretende mejorar la gestión actual, reduciendo los impactos negativos que ésta genera y potenciando los positivos, y fue elaborado desde una perspectiva de protección del medio ambiente.

Los impactos positivos destacables del proyecto son las mejoras sobre la calidad de vida y la salud de la población, la generación de empleo, desarrollo de infraestructura, y disminución de impactos negativos sobre el medio ambiente físico-químico y biológico debido al aprovechamiento/tratamiento y disposición final segura de los residuos.

Los impactos negativos sobre el ambiente predominan en la etapa de construcción, como suele ocurrir con prácticamente cualquier proyecto, y en la etapa de operación se corresponden principalmente con las emisiones de los vehículos de recolección en áreas que no cuentan actualmente con el servicio, con el potencial riesgo de los lixiviados de afectar suelos y aguas (en caso de no ser gestionados adecuadamente), y con las emisiones gaseosas del relleno sanitario. Como se puede ver, también hay que considerar el manejo social y de empleo al momento de la finalización del proyecto, de manera de minimizar el impacto negativo.

6.7. Plan de gestión ambiental

El plan de gestión ambiental está orientado al seguimiento y control sistemático de aquellas acciones posibles de causar impactos negativos sobre el medio, durante cada etapa del proyecto. Está compuesto por un plan de prevención y mitigación, y un plan de contingencias, los cuales se detallan a continuación.

6.7.1. Plan de prevención y mitigación

Previo a la implementación del proyecto en general, independientemente de que la autoridad de aplicación lo exija o no, se recomienda realizar una consulta o audiencia pública, donde se invite a participar de la misma a las comunidades de pueblos originarios de la zona (principalmente a los loncos), de manera de dar a conocer el proyecto y conocer las problemáticas de cada sector, para analizar posibles modificaciones y mejoras en el proyecto.

A continuación se proponen diversas medidas y consideraciones para evitar y/o atenuar los impactos negativos de las acciones a lo largo del proyecto:

- En relación a la construcción de las plantas y el relleno sanitario, se tendrán en cuenta las siguientes recomendaciones:
 - Cumplimiento de las normas sobre emisiones y ruido; humedecimiento de vías destapadas en la obra, cuando sea necesario.

- Minimización de la deforestación (dejando suelo natural según diseño), de movimientos de tierra innecesarios y de cruces con canales de drenaje natural de aguas superficiales.
 - Realización de las obras principales en el momento del año que permita minimizar el período de obra, según condiciones climáticas y horas de luz natural disponibles (se recomienda entre los meses de octubre y abril).
 - Cubrimiento de los materiales para evitar dispersión y control de la velocidad de desplazamiento de los vehículos.
 - El material de excavación y limpieza del terreno del relleno sanitario se acopiará ordenadamente y evitando su pérdida por erosión hídrica o eólica, para su utilización posterior como material de cobertura. El suelo vegetal se almacenará en forma separada para su uso en la cubierta final.
 - Considerar un diseño sismorresistente para todas las instalaciones, en pos del cuidado de la población y la continuidad de los servicios.
 - Considerar posibles hallazgos arqueológicos y paleontológicos durante las tareas de movimiento de suelos. Consultar con profesionales de dichas especialidades los recaudos a tomar y los procedimientos a seguir.
 - Analizar la factibilidad económica de impermeabilizar, ya sea con una capa de bentonita, geomembrana de PEAD de 800 µm de espesor o con una plataforma de hormigón, los sectores de recepción y acopio y de compostaje de las plantas de compost y restos de poda. Esto minimizaría aún más la posibilidad de infiltración de los lixiviados en el suelo.
- En relación al funcionamiento y operación del sistema de gestión integral, las recomendaciones son:
- Los vehículos y maquinaria deben mantenerse en condiciones óptimas de funcionamiento, para lo cual se establecerá un programa de mantenimiento preventivo, garantizando la calidad de las emisiones. La utilización de silenciadores en los escapes será obligatoria, para la minimización de ruido.
 - Evitar el uso de bocinas que emitan altos niveles de ruido. Se dará instrucción a conductores y operadores para evitar el uso innecesario de estos elementos.
 - Para reducir la emisión de material particulado, se tomarán medidas tales como el rociado de los caminos y reducción de la velocidad de circulación, especialmente en aquellos sectores donde se transite por áreas habitadas. Principalmente en períodos con pocas precipitaciones, se procurará regar los caminos internos de las instalaciones. Ambos municipios poseen un camión regador que podría emplearse en esta tarea.

- Los vehículos de recolección de RSD deben tener incorporados a su carrocería contenedores apropiados para la colección de líquidos, en forma tal que se evite su derrame durante el transporte.
 - Circular respetando las velocidades establecidas, de este modo se minimiza el riesgo de accidentes y afectación de la fauna, y disminuye la emisión de material particulado. Evitar dejar encendidos los motores innecesariamente.
 - Realizar fumigaciones y desratizaciones periódicas en las instalaciones.
 - Contar con un botiquín de primeros auxilios en las instalaciones de gestión y contacto directo con servicios médicos, en caso de requerir asistencia de emergencia por un accidente.
 - Con el fin de reducir la emanación de olores en las plantas de compost y restos de poda, analizar la posibilidad de cubrir con compost maduro aquellos materiales que desprendan fuertes olores (residuos de matadero) e instalar un biofiltro de compost maduro y restos de poda sostenido sobre las piletas de lixiviados.
 - Analizar la factibilidad económica de incinerar el gas generado en el relleno sanitario por medio del empleo de una antorcha. Según se consultó a un profesional y proveedor del rubro de aprovechamiento y tratamiento de biogás (Pedro J. Sánchez), la cantidad de gas proyectada a generarse es muy pequeña y, en estos casos, habitualmente se decide ventearlo a la atmósfera. Si aun así se quisiera incinerarlo para minimizar la emisión de metano y oligocompuestos, la opción recomendable sería la extracción del gas (mediante un sistema de aspiración), conducción hacia un almacenador de gas de aproximadamente 50 m³, y posterior quema en una antorcha de accionamiento manual.
 - Brindar capacitaciones periódicas a los trabajadores, en materia de higiene, seguridad y medio ambiente.
 - Realizar auditorías ambientales periódicas, por parte de las autoridades municipales, para controlar el correcto funcionamiento del sistema de gestión integral de residuos y realizar las adecuaciones correspondientes, en caso de ser necesario.
- En relación a la etapa de finalización, se debe considerar lo siguiente:
- Procurar una adecuada gestión de los residuos generados en las tareas de desmantelamiento de las instalaciones y clausura.
 - Restituir las condiciones del terreno, buscando imitar la topografía original.
 - Descompactar el terreno, realizando un escareo perpendicular a la dirección del viento.

6.7.2. Plan de contingencias

El proyecto debe disponer de procedimientos organizados para la atención de las emergencias que se puedan presentar durante el desarrollo de las actividades, tanto en la fase de construcción como en las de operación y de cierre. Su propósito es garantizar una adecuada respuesta a incidentes de contaminación o a eventos que pongan en riesgo los recursos naturales y la integridad de las personas vinculadas o no a la ejecución.

Los principales riesgos y aspectos a considerar para la elaboración detallada de dichos procedimientos se presentan en la Tabla 6.10:

Tabla 6.10: Riesgos y aspectos a considerar en la elaboración de procedimientos de contingencia.

RIESGO	ASPECTOS A CONSIDERAR
Incendio	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Materiales y productos utilizados, y su manejo ▪ Estado mecánico y eléctrico de los equipos ▪ Señalización y medidas de prevención – sistemas de seguridad contra incendios
Inundaciones	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Época del año ▪ Monitoreo del sistema de drenaje
Derrame de combustibles y/o lubricantes	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Almacenamiento ▪ Estado mecánico de los equipos ▪ Reparaciones mecánicas y mantenimiento
Accidentes que ocasionen lesiones humanas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vuelcos ▪ Quemaduras ▪ Mordeduras de serpientes ▪ Reacciones alérgicas a plantas o animales ▪ Insolación ▪ Caídas en altura ▪ Manejo de equipos y herramientas
Derrumbes	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Régimen de precipitaciones ▪ Estabilidad de taludes
Incidentes de contaminación	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Derrames de hidrocarburos ▪ Monitoreos periódicos de agua, aire y suelos.
Fenómenos naturales	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Precipitaciones extraordinarias ▪ Tormentas eléctricas ▪ Sequías extremas ▪ Sismos ▪ Erupciones volcánicas

Considerando esto, las actividades a desarrollar son las indicadas en la Tabla 6.11:

Tabla 6.11: Actividades y elementos a desarrollar en la elaboración del plan de contingencias.

COMPONENTES	ELEMENTOS PRINCIPALES	OBJETIVOS
Plan estratégico	Formulación de objetivos y alcances del Plan de Contingencias	Clasificar las emergencias y establecer los niveles de respuesta y el cubrimiento del Plan de Contingencias
	Evaluación de riesgos	Identificar actividades riesgosas, las condiciones que afectan la probabilidad de ocurrencia de una emergencia, sus posibles causas, etc.
	Organización y asignación de responsabilidades	Diseñar un organigrama operativo y asignar responsabilidades al personal del proyecto.
	Cuantificación de recursos	Determinar los equipos, herramientas y demás elementos necesarios para prevenir y controlar la emergencia.
	Capacitación e información	Preparar un programa para informar al personal sobre el manejo ambiental y plan de contingencias, en cada fase del proyecto.
Plan operativo	Comunicaciones	Establecer flujos de información con base en la estructura organizacional.
	Acciones de control	Planificar y presentar los procedimientos a seguir durante la emergencia.
Plan informático	Información del área de influencia	Base de datos y cartográfica para soportar los planes estratégico y operativo.
	Equipos y expertos	Directorio de equipos y expertos que puedan dar soporte al Plan de Contingencias.
Seguimiento y control	Evaluación y verificación de resultados del Plan de Contingencias	Contar con herramientas de trabajo para el control del Plan de Contingencias.
	Efectos de la contingencia	Complementar el Plan de Contingencias con herramientas de evaluación del estado de recursos afectados por la emergencia, y de efectos sobre la población involucrada.

6.8. Conclusiones del Estudio de Impacto Ambiental

Considerando el conjunto de cuestiones y aspectos evaluados, y recomendando seguir el plan de gestión ambiental propuesto, se concluye que el proyecto analizado es ambientalmente viable y, de hecho, reducirá los impactos negativos e incrementará los positivos, respecto de la gestión de residuos que se aplica en la actualidad.

7. PRESUPUESTO Y ANÁLISIS ECONÓMICO

En la presente sección se detallan los costos asociados a la inversión inicial y al funcionamiento del sistema de gestión de residuos diseñado. Se incluyen también los ingresos derivados de la venta de materiales reciclables, pero no los ingresos asociados a la recaudación de impuestos municipales ni a la posible fabricación de productos en el taller de aprovechamiento de materiales.

El presupuesto se preparó de manera separada: por un lado, lo correspondiente al municipio de Aluminé y al de Villa Pehuenia-Moquehue en forma diferenciada e individual, y por otro, lo que corresponde a la gestión conjunta, entre ambos municipios, de la planta de clasificación y el relleno sanitario.

Los valores se expresaron en USD (dólares estadounidenses) para mantener una cierta independencia del tipo de cambio y de la situación inflacionaria del país. Aun así, también se expresaron las sumas totales en su equivalente en ARS (pesos argentinos), considerando un tipo de cambio de USD 1 = ARS 37, correspondiente al mes de noviembre de 2018.

7.1. Municipio de Aluminé

7.1.1. Inversión inicial

En la Tabla 7.1 se presentan los gastos en inversión inicial que afrontaría el municipio de Aluminé para la implementación de su parte individual del sistema integral de gestión de residuos. El monto total presupuestado es de unos **USD690.000**, que equivale a **ARS25.530.000**. Se debe tener en cuenta que se incluyeron los precios de todo el equipamiento nuevo, pero los costos se reducirían significativamente si el municipio conserva el que posee actualmente (ver “observaciones y/o notas” al final de la tabla).

Tabla 7.1: Costos de inversión inicial individual para el municipio de Aluminé, expresados en dólares estadounidenses (USD).

ALUMINÉ - Inversión inicial						
ÍTEM	Descripción costos de inversión	Un.	Cant.	Costo unitario (USD)	Importe ítem (USD)	TOTAL
0	HONORARIOS DE DISEÑO Y DIRECCIÓN					USD 4.000
1	Disposición inicial, recolección y transporte					
1.1	<i>RSD</i>					
1.1.1	Camión compactador "cola de pato"					
1.1.1.1	Camión IVECO 170 E22	Unidades	2	56.500	113.000	
1.1.1.2	Carrocería SCORZA	Unidades	2	26.100	52.200	
1.1.2	Contenedor metálico 1100 litros	Unidades	15	650	9.750	
1.1.3	Cesto público	Unidades	51	10	510	
1.1.4	Cesto comunitario	Unidades	32	10	320	
1.2	<i>RSUnD</i>					
1.2.1	Camión volcador					
1.2.1.1	Camión IVECO 170 E22	Unidades	2	56.500	113.000	
1.2.1.2	Carrocería SCORZA	Unidades	2	8.700	17.400	
1.2.1.3	Sistema de garra-pulpo hidráulica con grúa articulada					
1.2.1.3.1	Grúa articulada	Unidades	1	18.000	18.000	
1.2.1.3.2	Accesorio pulpo hidráulico	Unidades	1	6.700	6.700	
1.2.2	Camión volquetero					
1.2.2.1	Camión IVECO 170 E22	Unidades	1	56.500	56.500	
1.2.2.2	Carrocería SCORZA	Unidades	1	17.400	17.400	
1.2.2.3	Volquete 5 m ³	Unidades	10	650	6.500	
	SUBTOTAL					USD 411.280
2	Planta de compost y restos de poda					
2.1	Alambrado olímpico perimetral y portón de acceso	m	561	11	6.171	
2.2	Cortina forestal	m	300	2	525	
2.3	Caseta de vigilancia y control (sector cubierto - con cocina y 2 baños)	m ²	100	690	69.000	
2.4	Balanza para camiones - por ejes - hasta 20 ton (<i>recomendable</i>)	Unidades	1	5.100	5.100	
2.5	Mejorado de suelo para circulación vehicular	m ²	3200	9	28.800	
2.6	Compactación de suelo para procesos de la planta	m ²	8500	7	59.500	
2.7	Pileta de lixiviados					
2.7.1	Movimiento de suelos	m ³	625	17	10.625	
2.7.2	Geomembrana 0,8 mm colocada	m ²	717	8	5.736	
2.8	Mini-pala cargadora Wecan	Unidades	1	34.000	34.000	
2.9	Motosierra	Unidades	2	135	270	
2.10	Balanza comercial	Unidades	1	140	140	
2.11	Criba vibratoria - malla entre 15 y 25 mm - para un volumen de 100 m ³ /sem	Unidades	1	3.500	3.500	
2.12	Sectores semi-cubiertos (sin suelo)	m ²	550	43	23.650	
2.13	Chipeadora para ramas de hasta 10 cm de diámetro	Unidades	1	5.000	5.000	
2.14	Sistema de riego manual mediante mangueras					
2.14.1	Bomba 3 HP				485	
2.14.2	Cañerías, accesorios y mangueras				260	
	SUBTOTAL					USD 252.762
3	Almacenamiento/tratamiento de áridos, voluminosos, RAEES, NFU, pilas, baterías y artefactos de iluminación					
3.1	Compactación de suelo para acopio y procesamiento en Planta de clasificación	m ²	350	7	2.433	
3.2	Sectores semi-cubiertos (sin suelo)	m ²	225	35	7.909	
3.3	Suelo hormigonado	m ²	100	49	4.900	
3.4	Cinta transportadora para áridos (elevadoras) de 3 m de largo	Unidades	2	1.350	2.700	
3.5	Trituradora de mandíbulas (menor a 3 t/h)	Unidades	1	5.400	5.400	
3.6	Contenedor plástico 1000 - 1100 litros	Unidades	6	350	2.100	
	SUBTOTAL					USD 25.441
TOTAL INVERSIÓN INICIAL						USD 689.483
OBSERVACIONES Y/O NOTAS: El municipio de Aluminé posee 1 camión compactador "cola de pato", 2 camiones volcadores, 1 camión volquetero, 1 chipeadora de arrastre y 3 cintas elevadoras. No se incluyeron los costos del sistema contra incendios.						

7.1.2. Costos de Funcionamiento

En la Tabla 7.2 se presentan los costos anuales del funcionamiento del sistema de gestión integral de residuos que afrontaría el municipio de Aluminé en forma individual. El monto total calculado es de unos **USD202.000**, que equivale a **ARS7.500.000**.

Tabla 7.2: Costos anuales de funcionamiento individuales para el municipio de Aluminé, expresados en dólares estadounidenses (USD).

ALUMINÉ - Costos anuales de funcionamiento						
ÍTEM	Descripción costos de operación y mantenimiento	Un.	Cant.	Costo unitario (USD)	Importe ítem (USD)	TOTAL
1 Personal						
1.1	Funcionarios	Personas	2	8.800	17.600	
1.2	Administrativos	Personas	3	6.300	18.900	
1.3	Recolección y transporte					
1.3.1	Choferes	Personas	4	7.000	28.000	
1.3.2	Operarios de recolección	Personas	8	5.300	42.400	
1.4	Planta de Compost y Restos de Poda (tareas varias)	Personas	7	5.300	37.100	
1.5	Fiscalización	Personas	2	5.300	10.600	
1.6	Concientizadores (contratos temporales)	Personas	2	2.600	5.200	
1.7	Personal de mantenimiento integral	Personas	1	5.300	5.300	
SUBTOTAL						
2 Consumo de combustible						
2.1	Recolección y transporte RSD - Infinia diésel	litros	30000	1,08	32.400	
2.2	Recolección y transporte RSUnD - Infinia Diésel	litros	14000	1,08	15.120	
2.3	Mini-pala cargadora - Diésel 500	litros	1200	0,95	1.140	
SUBTOTAL						USD 48.660
3 Consumo de energía eléctrica						
3.1	Planta de Compost y Restos de Poda	kWh	9000	0,075	675	
3.2	Trituradora de áridos	kWh	1500	0,075	113	
SUBTOTAL						USD 788
4 Tareas de mantenimiento						
4.1	Camiones recolectores RSD	Unidades	2	1.800	3.600	
4.2	Camiones volcadores y volqueteros	Unidades	3	600	1.800	
4.3	Mini-pala cargadora	Unidades	1	400	400	
4.4	Edificio, equipos y herramientas				1.000	
SUBTOTAL						USD 6.800
5 Bolsas para RSD						
5.1	Bolsas compostables 40x50 cm	Unidades	303600	0,082	24.895	
5.2	Bolsas descartables 40x50 cm	Unidades	456000	0,0065	2.964	
SUBTOTAL						USD 27.859
6 Seguros vehiculares						
6.1	Seguro de cobertura contra robo y daños a terceros	Unidades	5	600	3.000	
SUBTOTAL						
TOTAL COSTOS ANUALES DE FUNCIONAMIENTO						USD 252.207

7.2. Municipio de Villa Pehuenia-Moquehue

7.2.1. Inversión inicial

En la Tabla 7.3 se presentan los gastos en inversión inicial que afrontaría el municipio de Villa Pehuenia-Moquehue para la implementación de su parte individual del sistema integral de gestión de residuos. El monto total presupuestado es de unos **USD872.000**, que equivale a **ARS32.264.000** (pesos argentinos). Se debe tener en cuenta que los costos se reducen significativamente si el municipio ya posee un terreno apropiado para la Planta de Compost y Restos de Poda (lo cual se desconoce, y el costo de adquisición del lote es elevado) y si conserva el equipamiento que posee actualmente (ver “observaciones y/o notas” al final de la tabla).

Tabla 7.3: Costos de inversión inicial individual para el municipio de Villa Pehuena-Moquehue, expresados en dólares estadounidenses (USD).

VILLA PEHUENIA-MOQUEHUE - Inversión inicial						
ÍTEM	Descripción costos de inversión	Un.	Cant.	Costo unitario (USD)	Importe ítem (USD)	TOTAL
0	HONORARIOS DE DISEÑO Y DIRECCIÓN					USD 4.000
1	Disposición inicial, recolección y transporte					
1.1	<i>RSD</i>					
1.1.1	Camión compactador "cola de pato"					
1.1.1.1	Camión IVECO 170 E22	Unidades	2	56.500	113.000	
1.1.1.2	Carrocería SCORZA	Unidades	2	26.100	52.200	
1.1.2	Contenedor metálico 1100 litros	Unidades	10	650	6.500	
1.1.3	Cesto público	Unidades	114	10	1.140	
1.1.4	Cesto comunitario	Unidades	40	10	400	
1.2	<i>RSUnD</i>					
1.2.1	Camión volcador					
1.2.1.1	Camión IVECO 170 E22	Unidades	2	56.500	113.000	
1.2.1.2	Carrocería SCORZA	Unidades	2	8.700	17.400	
1.2.1.3	Sistema de garra-pulpo hidráulica					
1.2.1.3.1	Grúa articulada	Unidades	1	18.000	18.000	
1.2.1.3.2	Accesorio pulpo hidráulico	Unidades	1	6.700	6.700	
1.2.2	Camión volquetero					
1.2.2.1	Camión IVECO 170 E22	Unidades	1	56.500	56.500	
1.2.2.2	Carrocería SCORZA	Unidades	1	17.400	17.400	
1.2.2.3	Volquete 5 m ³	Unidades	10	650	6.500	
	SUBTOTAL					USD 408.740
2	Planta de compost y restos de poda					
2.1	Adquisición terreno (de ser necesario)	m ²	14600	15	219.000	
2.2	Alambrado olímpico perimetral y portón de acceso	m	488	11	5.368	
2.3	Cortina forestal	m	240	1,75	420	
2.4	Caseta de vigilancia y control (sector cubierto - con cocina y 2 baños)	m ²	100	690	69.000	
2.5	Balanza para camiones - hasta 20 ton	Unidades	1	5.100	5.100	
2.6	Mejorado de suelo para circulación vehicular	m ²	2350	9	21.150	
2.7	Compactación de suelo para procesos de la planta	m ²	7450	7	52.150	
2.8	Pileta de lixiviados					
2.8.1	Movimiento de suelos	m ³	474	17	8.058	
2.8.2	Geomembrana 0,8 mm colocada	m ²	124	8	992	
2.8.3	Pileta de contención					
2.8.3.1	Movimiento de suelos	m ³	120	17	2.040	
2.8.3.2	Construcción en cemento (5x6x 4m de prof)	m ²	88	31	2.728	
2.9	Mini-pala cargadora Wecan	Unidades	1	34.000	34.000	
2.10	Motosierra	Unidades	2	135	270	
2.11	Balanza comercial	Unidades	1	140	140	
2.12	Criba vibratoria - malla entre 15 y 25 mm - para un volumen de 100 m ³ /sem	Unidades	1	3.500	3.500	
2.13	Sectores semi-cubiertos (sin suelo)	m ²	550	35	19.250	
2.14	Chipeadora para ramas de hasta 10 cm de diámetro	Unidades	1	5.000	5.000	
2.15	Sistema de riego manual mediante mangueras					
2.15.1	Bomba 2.5 HP				450	
2.15.2	Cañerías, accesorios y mangueras				220	
	SUBTOTAL					USD 448.836
3	Almacenamiento/tratamiento de áridos, voluminosos, RAEEs, NFU, pilas, baterías y artefactos de iluminación					
3.1	Compactación de suelo para acopio y procesamiento en base operativa	m ²	210	6	1.260	
3.2	Sectores semi-cubiertos (sin suelo)	m ²	25	35	875	
3.3	Suelo hormigonado	m ²	60	49	2.940	
3.4	Cinta transportadora para áridos (elevadoras) de 3 m de largo	Unidades	2	1.350	2.700	
3.5	Trituradora de mandíbulas (menor a 3 t/h)	Unidades	1	5400	5.400	
3.6	Contenedor plástico 1000 - 1100 litros	Unidades	4	350	1.400	
	SUBTOTAL					USD 14.575
	TOTAL INVERSIÓN INICIAL					USD 872.151
OBSERVACIONES Y/O NOTAS: El municipio de Villa Pehuena-Moquehue posee 1 camión compactador "cola de pato" y 2 camiones volcadores. No se incluyeron los costos del sistema contra incendios.						

7.2.2. Costos de Funcionamiento

En la Tabla 7.4 se presentan los costos anuales del funcionamiento del sistema de gestión integral de residuos que afrontaría el municipio de Villa Pehuenia-Moquehue en forma individual. El monto total calculado es de unos **USD253.000**, que equivale a **ARS9.360.000**.

Tabla 7.4: Costos anuales de funcionamiento individuales para el municipio de Villa Pehuenia-Moquehue, expresados en dólares estadounidenses (USD).

VILLA PEHUENIA-MOQUEHUE - Costos anuales de funcionamiento						
ÍTEM	Descripción costos de operación y mantenimiento	Un.	Cant.	Costo unitario (USD)	Importe ítem (USD)	TOTAL
1 Personal						
1.1	Funcionarios	Personas	2	8.800	17.600	
1.2	Administrativos	Personas	3	6.300	18.900	
1.3	Recolección y transporte					
1.3.1	Choferes	Personas	5	7.000	35.000	
1.3.2	Operarios de recolección	Personas	8	5.300	42.400	
1.4	Planta de Compost y Restos de Poda (tareas varias)	Personas	7	5.300	37.100	
1.5	Fiscalización	Personas	2	5.300	10.600	
1.6	Concientizadores (contratos temporales)	Personas	2	2.600	5.200	
1.7	Personal de mantenimiento integral	Personas	1	5.300	5.300	
SUBTOTAL						USD 172.100
2 Consumo de combustible						
2.1	Recolección y transporte RSD - Infinia diésel	litros	38000	1,08	41.040	
2.2	Recolección y transporte RSUnD - Infinia Diésel	litros	18000	1,08	19.440	
2.3	Mini-pala cargadora - Diésel 500	litros	1200	0,95	1.140	
SUBTOTAL						USD 61.620
3 Consumo de energía eléctrica						
3.1	Planta de Compost y Restos de Poda	kWh	8000	0,075	600	
3.2	Trituradora de áridos	kWh	1500	0,075	113	
SUBTOTAL						USD 713
4 Tareas de mantenimiento						
4.1	Camión recolector Reciclables y Compostables	Unidades	1	2.750	2.750	
4.2	Camión recolector Basura	Unidades	1	2.050	2.050	
4.3	Camiones volcadores y volqueteros	Unidades	3	800	2.400	
4.4	Mini-pala cargadora	Unidades	1	400	400	
4.5	Edificio, equipos y herramientas				1.000	
SUBTOTAL						USD 8.600
5 Bolsas para RSD						
5.1	Bolsas compostables 40x50 cm aprox	Unidades	72000	0,082	5.904	
5.2	Bolsas descartables 40x50 cm	Unidades	108000	0,0065	702	
SUBTOTAL						USD 6.606
6 Seguros vehiculares						
6.1	Seguro de cobertura contra robo y daños a terceros	Unidades	5	600	3.000	
SUBTOTAL						USD 3.000
TOTAL COSTOS ANUALES DE FUNCIONAMIENTO						USD 252.639

7.3. Gestión conjunta de la Planta de Clasificación y el Relleno Sanitario entre ambos municipios

7.3.1. Inversión inicial

En la Tabla 7.5 se presentan los gastos en inversión inicial que afrontarían los municipios de Aluminé y Villa Pehuenia-Moquehue para la implementación de la parte conjunta del sistema integral de gestión de residuos (Planta de Clasificación y Relleno Sanitario). El monto total presupuestado es de **USD1.332.000**, equivalente a **ARS49.290.000**, pero se reduciría si los municipios emplearan su maquinaria vial para los trabajos de movimiento y mejorado de suelos (ver “observaciones y/o notas” al final de la tabla).

Estos costos deben dividirse entre ambos municipios, lo cual dependerá de las condiciones del consorcio o acuerdo que firmen. Por supuesto, esto considerará que el terreno, equipamiento e instalaciones de la Planta de Clasificación existentes actualmente son propiedad del municipio de Aluminé.

Tabla 7.5: Costos de inversión inicial conjunta entre los municipios de Aluminé y Villa Pehuenia-Moquehue, expresados en dólares estadounidenses (USD).

INVERSIÓN INICIAL CONJUNTA (entre ambos municipios)						
ÍTEM	Descripción costos de inversión	Un.	Cant.	Costo unitario (USD)	Importe ítem (USD)	TOTAL
0 HONORARIOS DE DISEÑO Y DIRECCIÓN						USD 5.000
1 Planta de Clasificación						
1.1	Mejorado de suelo para circulación vehicular	m ²	1600	9	14.400	107.000
1.2	Balanza para camiones - hasta 30 ton	Unidades	1	5.400	5.400	
1.3	Ampliación edificio	m ²	1060	600	636.000	
1.4	Suelo de hormigón llaneado mecánicamente	m ²	1100	56	61.600	
1.5	Pared de bloques de hormigón de 3 m de alto	m ²	75	55	4.140	
1.6	Pared de chapa (acopio de rechazos) de 2,5 m de alto	m	17	45	765	
1.7	Autoelevador diésel inyección electrónica - Toyota 25	Unidades	1	27.000	27.000	
1.8	Accesorio de pala cargadora para autoelevador	Unidades	1	1.900	1.900	
1.9	Equipamiento de separación y acondicionamiento					
1.9.1	Tolva de alimentación 1ría (1,75m x 3m x 1m)	Unidades	1			
1.9.2	Cinta de alimentación 1ría (1 m x 9,3 m, hasta 6 m de altura)	Unidades	1			
1.9.3	Equipo abre-bolsas (menor a 3 t/h)	Unidades	1			
1.9.4	Plataforma en altura individual con escalera (1,5 - 2 m de alto)	Unidades	2			
1.9.5	Plataforma en altura con escaleras (3 m x 23 m)	Unidades	1			
1.9.6	Cinta de clasificación (0,7 m x 21 m)	Unidades	1			
1.9.7	Cinta transportadora silo de almacenaje (1 m x 3 m)	Unidades	7			
1.9.8	Contenedor metálico volcador 1 m ³	Unidades	12			
1.9.9	Cinta transportadora transversal a los silos (0,7 m x 18 m)	Unidades	1			
1.9.10	Cinta de alimentación para la prensa	Unidades	1			
1.9.11	Tableros eléctricos y montaje					
1.9.12	Puesta en marcha y garantía de 12 meses					
1.9.13	Separador magnético over-band autolimpiante (recomendable)	Unidades	1	8.350	8.350	
1.10	Prensa de platos calientes (recomendable - taller de aprovech. de materiales)	Unidades	1	14.500	14.500	
SUBTOTAL						USD 881.055
2 Relleno Sanitario						
2.1	Alambrado olímpico perimetral y portón de acceso	m	600	11	6.600	
2.2	Cortina forestal	m	600	1,75	1.050	
2.3	Caseta de vigilancia y control (sector cubierto - con cocina y baño)	m ²	60	690	41.400	
2.4	Sectores semi-cubiertos (sin suelo)	m ²	50	35	1.750	
2.5	Balanza para camiones - hasta 20 ton	Unidades	1	5.100	5.100	
2.6	Mejorado de suelo para circulación vehicular	m ²	4000	9	36.000	
2.7	Primer módulo de relleno					
2.7.1	Movimiento de suelos (aprox. la mitad del módulo)	m ³	7000	17	119.000	
2.7.2	Bentonita	m ³	1800	15,7	28.260	
2.7.3	Geomembrana 1,5 mm colocada	m ²	3000	10	30.000	
2.7.4	Grava - Piedra partida	m ³	1800	47,3	85.140	
2.7.5	Arena	m ³	1800	17,8	32.040	
2.7.6	Cañerías de colección de lixiviados - PEAD 125 mm	m	270	10,5	2.835	
2.7.7	Cañerías para chimeneas de gases - PVC 160 mm	m	30	8,5	255	
2.7.8	Caño de hormigón de 1 m de diámetro	m	11	35	385	
2.7.9	Sistema de extracción de lixiviados					
2.7.9.1	AutoBomba neumática para lixiviados	Unidades	1	2.600	2.600	
2.7.9.2	Cañerías de extracción de lixiviados - PEAD 125 mm	m	60	10,5	630	
2.7.10	Sistema de extracción de aguas pluviales					
2.7.10.1	Bomba 1 HP	Unidades	1	260	260	
2.7.10.2	Bomba 2 HP	Unidades	1	410	410	
2.7.10.3	Cañerías y accesorios				280	
2.7.11	Lagunas de lixiviados					
2.7.11.1	Movimiento de suelos	m ³	550	17	9.350	

2.7.11.2	Geomembrana 1,5 mm colocada	m ²	370	10	3.700
2.7.11.3	Sistema de riego por aspersión				
2.7.11.3.1	Bomba 3 HP	Unidades	1	485	485
2.7.11.3.2	Conjunto de cañerías y materiales de riego				2.100
2.8	Mini-pala cargadora Wecan	Unidades	1	34.000	34.000
2.9	Accesorio de rodillo vibrocompactador para la mini-pala	Unidades	1	7.300	7.300
	SUBTOTAL				USD 450.930
	TOTAL INVERSIÓN INICIAL				USD 1.331.985
OBSERVACIONES Y/O NOTAS: El municipio de Aluminé posee 1 retroexcavadora y 1 pala mecánica, y el municipio de Villa Pehuenia-Moquehue posee 1 retroexcavadora y 1 motoniveladora, pudiendo reducirse los costos de movimiento de suelos. No se incluyeron los costos de las prensas enfardadoras y trituradora de materiales debido a que se utilizarán las existentes en la Planta de Clasificación; además ésta posee una cinta transportadora horizontal que podría reducir los costos de inversión en equipamiento de separación. Se incluyó el costo de adquisición de una prensa de platos calientes para el taller de aprovechamiento de materiales. No se incluyeron los costos del sistema contra incendios.					

7.3.2. Costos de Funcionamiento

En la Tabla 7.6 se presentan los costos anuales que afrontarían conjuntamente los municipios de Aluminé y Villa Pehuenia-Moquehue para el funcionamiento de la Planta de Clasificación y el Relleno Sanitario. El monto total calculado es de unos **USD18.600**, que equivale a **ARS688.000**.

Al igual que la inversión inicial, los costos de funcionamiento deben dividirse entre ambos municipios, y dependerá de las condiciones del consorcio o acuerdo que firmen. Se recomienda que la división de los gastos (e ingresos de la venta de materiales) esté basada en los registros de pesajes de residuos que ingresen los camiones de cada municipio a ambas instalaciones.

Se calcularon los ingresos derivados de la venta de los materiales reciclables separados en la Planta de Clasificación. Para ello se contactó a diferentes compradores de materiales y recicladores de las ciudades de Neuquén, Cipolletti y alrededores (aproximadamente 340 km de distancia desde Aluminé, ya que no existen compradores más cercanos), y se tomaron valores promedio para cada tipo de material. También se solicitaron presupuestos de transporte para los materiales, mediante camiones semi-remolque y con capacidad similar; este costo probablemente pueda ser menor al estimado, ya que actualmente el municipio de Aluminé se encarga de realizar el transporte de los materiales a vender (se cree que con vehículo propio o mediante convenio con un transportista).

Se calculó una producción aproximada de 300 fardos de materiales por mes, resultando en la necesidad de realizar 2 viajes y ventas mensuales en promedio. Las ventas de materiales se indican como costos negativos, ya que disminuirán los costos de la gestión.

También se debe tener en cuenta que no se computaron ingresos por la venta de productos que se fabriquen en el taller de aprovechamiento de materiales, que les daría valor agregado e ingresos mayores (se averiguó que una empresa ubicada cerca de la ciudad de Neuquén, que se dedica a la fabricación de productos de madera plástica a partir de plástico reciclado, realiza un trueque entregando un banco de plaza fabricado con menos de 100 kg de PET, a cambio de una tonelada de PET para reciclar).

Tabla 7.6: Costos anuales de funcionamiento conjuntos entre los municipios de Aluminé y Villa Pehuenia-Moquehue, expresados en dólares estadounidenses (USD).

COSTOS ANUALES DE FUNCIONAMIENTO CONJUNTO (entre ambos municipios)						
ÍTEM	Descripción costos de operación y mantenimiento	Un.	Cant.	Costo unitario (USD)	Importe ítem (USD)	TOTAL
1 Personal						
1.1	Planta de Clasificación (tareas varias)	Personas	14	5.300	74.200	
1.2	Relleno Sanitario (tareas varias)	Personas	4	5.300	21.200	
SUBTOTAL						USD 95.400
2 Consumo de combustible						
2.1	Autoelevador - Diésel 500	litros	1000	0,95	950	
2.2	Mini-pala cargadora - Diésel 500	litros	700	0,95	665	
SUBTOTAL						USD 1.615
3 Consumo de energía eléctrica						
3.1	Planta de Clasificación	kWh	30000	0,075	2.250	
3.2	Relleno Sanitario	kWh	4000	0,075	300	
SUBTOTAL						USD 2.550
4 Tareas de mantenimiento						
4.1	Autoelevador diésel inyección electrónica	Unidades	1	270	270	
4.2	Mini-pala cargadora	Unidades	1	350	350	
4.3	Edificio, equipos y herramientas				3.000	
SUBTOTAL						USD 3.620
5 Muestras y Análisis de laboratorio						
5.1	Medición de calidad de aire (PM10, CO, CH4 y COVs)	Unidades	8	350	2.800	
5.2	Análisis de muestra de agua: DQO, DBO ₅ y SST	Unidades	2	55	110	
5.3	Toma de muestra de agua superf. con cad. custodia y análisis de DQO, DBO ₅ y SST	Unidades	2	135	270	
5.4	Toma de muestra de agua subt. con cad. custodia y análisis de DQO y DBO ₅	Unidades	4	150	600	
SUBTOTAL						USD 3.780
6 VENTAS - Planta de clasificación						
6.1	Diarios y Revistas	toneladas	99,1	-81,1	-8.032	
6.2	Papel de oficina	toneladas	14,2	-162,2	-2.295	
6.3	Papel mezclado	toneladas	113,2	-81,1	-9.180	
6.4	Cartón	toneladas	240,6	-108,1	-26.010	
6.5	Envases Tetra Brik	toneladas	28,3	-54,1	-1.530	
6.6	Plástico PET	toneladas	56,6	-216,2	-12.240	
6.7	Plástico PEAD	toneladas	28,3	-189,2	-5.355	
6.8	Plástico PEBD	toneladas	99,1	-135,1	-13.387	
6.9	Plástico PP	toneladas	42,5	-135,1	-5.737	
6.10	Otros plásticos	toneladas	42,5	-108,1	-4.590	
6.11	Vidrio	toneladas	240,6	-21,6	-5.202	
6.12	Metales férricos	toneladas	56,6	-27,0	-1.530	
6.13	Metales No férricos	toneladas	14,2	-405,4	-5.737	
6.14	Textiles	toneladas	141,5	-54,1	-7.650	
6.15	Aerosoles	toneladas	14,2	-18,9	-268	
6.16	Transporte de materiales - Semi-remolque - 340 km	Unidades	24,0	850	20.400	
SUBTOTAL						-USD 88.343
TOTAL COSTOS ANUALES DE FUNCIONAMIENTO						USD 18.622

7.4. Viabilidad, financiamiento y conclusiones

Es de público conocimiento que la gestión de los Residuos Sólidos Urbanos se corresponde con uno de los mayores gastos que afrontan los municipios en la actualidad dentro de sus presupuestos. Dicho gasto resulta aún más grande en aquellos municipios que tercerizan la gestión mediante empresas privadas, ya sea por incapacidad operativa para realizarla o por la dificultad de realizar la inversión inicial necesaria; esto se traduce, a veces, en importantes deudas de los municipios hacia las empresas, complicando aún más su situación económica. Como se puede observar, la gestión recomendada en el presente proyecto es de tipo municipal, permitiendo manejarse en forma autónoma y reducir los costos en el mediano y largo plazo.

Además los costos directos que conlleva la implementación y el funcionamiento del proyecto serán mayores que los que poseen ambos municipios para la gestión de sus residuos en la actualidad. La cuestión central es que deben considerarse los beneficios sociales y ambientales directos e indirectos del proyecto, que son intangibles o difícilmente cuantificables, pero de suma importancia para los municipios y las comunidades que viven en el territorio involucrado. Entre dichos beneficios se puede identificar:

- ✓ Mejorar la calidad de vida de la población, principalmente por la optimización del servicio prestado a quienes habitan dentro de los ejidos municipales, y por brindar servicio de recolección de residuos a los habitantes de zonas que se encuentran por fuera de los ejidos (que actualmente no poseen). Esto representa también un beneficio brindado a la provincia de Neuquén y a la Corporación Interestadual Pulmarí, por parte de los municipios.
- ✓ Brindar productos útiles a la comunidad, hechos a partir de la transformación de los residuos locales.
- ✓ Generar puestos de trabajo para la población local.
- ✓ Mejorar la imagen de ambos municipios frente a la comunidad y el turismo.
- ✓ Reducir el consumo de recursos naturales, gracias al aprovechamiento de los residuos.
- ✓ Reducir los gastos asociados a la tecnología de disposición final y espacio requerido, gracias a la reducción de la cantidad de residuos a disponer.
- ✓ Reducir la generación de gases de efecto invernadero debido al compostaje aerobio de una gran proporción de los residuos.
- ✓ Minimizar y eliminar focos de contaminación, generación de olores y propagación de vectores de enfermedades, contribuyendo a una reducción en los gastos en salud pública.

- ✓ Evitar la contaminación de recursos hídricos superficiales y subterráneos, y de suelos, sumamente valiosos para las poblaciones locales y el ecosistema en general.
- ✓ Minimizar la contaminación visual.
- ✓ Contribuir a la preservación del medio ambiente, cumpliendo la normativa vigente, y sirviendo de modelo de gestión responsable a nivel regional y nacional.

En lo que respecta a la inversión necesaria, se desconocen puntualmente los presupuestos que administran ambos municipios, pero probablemente sea necesario acceder a algún tipo de apoyo económico y/o financiación para poder afrontar los costos. Existen diversos planes y programas a nivel local, nacional y externo, compatibles con el proyecto en cuestión:

- Financiamiento del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y de la Nación. En el año 2007 el Ministerio de Turismo y la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación gestionaron un préstamo ante el BID (Préstamo BID 1868/OC-AR) para el financiamiento de proyectos de Gestión Integral de RSU en municipios turísticos. Hasta el momento se han financiado 9 proyectos ejecutivos de gestión de RSU y construcción de centros ambientales, en distintas provincias del país.
- Programa “Ciudades Sustentables” de la Secretaría de Gobierno de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación. El eje central es que los municipios desarrollen acciones que contribuyan a una mejora ambiental, abarcando diversos aspectos y problemáticas, a través de la formulación de un Plan de Sustentabilidad. Esto permitirá que un equipo técnico de la Secretaría acompañe, asesore y asista a cada municipio en la implementación de dicho plan, y permita ir cumpliendo las metas requeridas y alcanzando diversos grados de avance (Ciudad Comprometida, Principiante, y Responsable), hasta obtener el sello y distinción de Ciudad Sustentable, de suma importancia para la promoción del turismo y para facilitar el acceso a créditos y diversos beneficios económicos.
- Programa “Basural Cero” de la Secretaría de Gobierno de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación. Se implementan proyectos regionales integrales que permiten mejorar la gestión de los residuos; se entrega el equipamiento indispensable para una adecuada operación del sistema y se realiza un acompañamiento institucional para la implementación del mismo, la inclusión social y la comunicación y educación ambiental.
- Red Argentina de Municipios frente al Cambio Climático (RAMCC). Ambos municipios se encuentran adheridos a esta red, que permite a todos sus miembros compartir aprendizajes y herramientas para aumentar el impacto de sus acciones.

También brinda posibilidades de capacitación a través de distintas organizaciones internacionales y se conforman grupos de trabajo que permiten, entre otras cosas, evaluar posibilidades de financiamiento y ejecución. A su vez, la RAMCC se encuentra articulada con el programa “Ciudades Sustentables” de la Secretaría de Gobierno de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación.

- Plan Nacional de Infraestructura Turística de la Secretaría de Gobierno de Turismo de la Nación. Busca fortalecer los destinos turísticos para favorecer el desarrollo socio-económico territorial, mediante apoyo económico destinado a obras turísticas y de impacto turístico, entre las que se incluyen proyectos de saneamiento y de preservación del patrimonio natural y cultural.
- Apoyo económico y/o préstamos por parte de la provincia de Neuquén. Los municipios podrían solicitarlos, ya que el gobierno de la provincia busca apoyar proyectos de sustentabilidad; se han firmado convenios entre el gobierno provincial y el Banco Provincia del Neuquén para brindar créditos para distintos tipos de obras.

Los municipios deberán evaluar aumentos graduales en los impuestos municipales que permitan afrontar los incrementos en los costos de la gestión de los residuos, considerando valores diferenciales para las viviendas y para los comercios (según el rubro o la generación estimada de cada uno). Para el caso de los establecimientos turísticos, se podrá incorporar al impuesto municipal un costo de tratamiento de residuos generados por actividad turística, acorde a la oferta de plazas de cada uno, y ellos podrán evaluar incorporar un ítem de tratamiento de residuos a las tarifas de alojamiento, para solventar los gastos (esto se está comenzando a aplicar en algunos destinos turísticos del país).

En función de todo lo expuesto, se considera que el proyecto de Gestión Integral de Residuos, habiendo sido específicamente desarrollado según las necesidades y exigencias de la comunidad y el ambiente local, es totalmente viable y se recomienda fuertemente su ejecución.

8. MEMORIA DE CÁLCULO

8.1. Estimación de poblaciones futuras

Se dispone de los datos de población del departamento de Aluminé de los últimos 3 censos del INDEC (años 1991, 2001 y 2010), pero sólo se dispone de datos poblacionales por radios censales (fracciones dentro del departamento) del censo de 2010. Por esta razón, se calcularon las tasas de crecimiento medio anual por los métodos de proyección demográfica geométrico y exponencial utilizando los datos de los 3 censos del departamento de Aluminé. Los cálculos realizados por el método exponencial arrojaron valores un poco más cercanos a los datos reales, por lo que fue el método elegido para proyectar las poblaciones de las distintas zonas de estudio.

Método exponencial:

$$N_2 = N_1 e^{rt}$$

$$r = \frac{\log\left(\frac{N_2}{N_1}\right)}{t \log(e)}$$

N_1 : Población en el primer año considerado [habitantes].
 N_2 : Población en el segundo año considerado [habitantes].
 r : Tasa de crecimiento medio anual [años⁻¹].
 t : *Tiempo transcurrido entre los dos años considerados* [años].

Los datos censales de población del INDEC utilizados fueron los de la Tabla 8.1:

Tabla 8.1: Datos censales del departamento de Aluminé, utilizados para calcular la tasa de crecimiento medio anual de la población. Fuente: INDEC, 1991, 2001 y 2010.

Año	Población del departamento de Aluminé (N)
1991	4946
2001	6308
2010	8306

Finalmente, para proyectar las poblaciones de las distintas zonas de estudio se utilizó el promedio de las tasas de crecimiento medio anual obtenidas para sendos períodos intercensales ($r = 0,0274486125616211$ años⁻¹), aplicando el método exponencial.

➤ Municipio de **Aluminé**:

Para la proyección demográfica del municipio de Aluminé se utilizó como población inicial **8.000 habitantes**, que es el dato aproximado brindado por la municipalidad en base a un censo que ella realizó en 2016, debido a que en el censo del año 2010 del INDEC muchas viviendas no habían sido censadas (este censo había obtenido un valor de 4861 habitantes). En la Tabla 8.2 se presentan las proyecciones obtenidas para el ejido municipal de Aluminé:

Tabla 8.2: Proyección demográfica para el ejido municipal de Aluminé, mediante la aplicación del método exponencial. Fuente: Producción propia.

AÑO	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
POBLACIÓN [habitantes]	8.000	8.223	8.451	8.687	8.928	9.177	9.432	9.695	9.965	10.242	10.527	10.820
AÑO	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	
POBLACIÓN [habitantes]	11.121	11.430	11.748	12.075	12.411	12.757	13.112	13.477	13.852	14.237	14.633	

➤ Municipio de **Villa Pehuenia-Moquehue**:

Para la proyección demográfica del municipio de Villa Pehuenia-Moquehue se utilizó como población inicial **1.611 habitantes** en 2010, correspondiente al censo de dicho año del INDEC. En la Tabla 8.3 se presentan las proyecciones obtenidas para este ejido municipal:

Tabla 8.3: Proyección demográfica para el ejido municipal de Villa Pehuenia-Moquehue, mediante la aplicación del método exponencial. Fuente: Producción propia.

AÑO	2010	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
POBLACIÓN [habitantes]	1.611	2.007	2.062	2.120	2.179	2.239	2.302	2.366	2.432	2.499	2.569
AÑO	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038
POBLACIÓN [habitantes]	2.640	2.714	2.789	2.867	2.947	3.029	3.113	3.200	3.289	3.380	3.474

➤ Zona **Rucachoroi**:

Para la proyección demográfica de la zona Rucachoroi se utilizó como población inicial **748 habitantes** en 2010, correspondiente al radio censal del censo de dicho año del INDEC. En la Tabla 8.4 se presentan las proyecciones obtenidas para esta zona:

Tabla 8.4: Proyección demográfica para la zona Rucachoroi, mediante la aplicación del método exponencial. Fuente: Producción propia.

AÑO	2010	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
POBLACIÓN [habitantes]	748	932	958	984	1.012	1.040	1.069	1.098	1.129	1.160	1.193
AÑO	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038
POBLACIÓN [habitantes]	1.226	1.260	1.295	1.331	1.368	1.406	1.445	1.486	1.527	1.570	1.613

➤ Zona **Ñorquinco**:

Para la proyección demográfica de la zona Ñorquinco se utilizó como población inicial **312 habitantes** en 2010, correspondiente al radio censal del censo de dicho año del INDEC. En la Tabla 8.5 se presentan las proyecciones obtenidas para esta zona:

Tabla 8.5: Proyección demográfica para la zona Ñorquinco, mediante la aplicación del método exponencial. Fuente: Producción propia.

AÑO	2010	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
POBLACIÓN [habitantes]	312	389	399	411	422	434	446	458	471	484	498
AÑO	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038
POBLACIÓN [habitantes]	511	526	540	555	571	587	603	620	637	655	673

8.2. Estimación de actividad turística futura

Se estimó la actividad turística en los distintos meses hasta el año 2038. Para ello se tomaron los datos de los años 2010 a 2016 de factores de ocupación de plazas turísticas en cada mes y las variaciones interanuales de plazas turísticas ofrecidas (Subsecretaría de Turismo de la provincia de Neuquén, 2014 y 2016).

➤ Para **Aluminé** se obtuvo lo siguiente:

- Variación interanual promedio de plazas turísticas ofrecidas: +5,9%

Factor de ocupación promedio de plazas turísticas en cada mes (

- Tabla 8.6):

Tabla 8.6: Factor de ocupación promedio de plazas turísticas en cada mes en Aluminé. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la Subsecretaría de Turismo de la provincia de Neuquén.

Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
58%	37%	21%	16%	8%	6%	17%	7%	7%	15%	17%	17%

A partir de estos valores y de la oferta de 921 plazas turísticas en 2017 en Aluminé y zonas aledañas (información brindada por la municipalidad de Aluminé), se calcularon los promedios de pernóctes diarios en cada mes de los años 2018 a 2038 (Tabla 8.7):

Tabla 8.7: Estimación de promedios de pernóctes diarios en cada mes para los años 2018-2038 en Aluminé y zonas aledañas. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la Subsecretaría de Turismo de la provincia de Neuquén e información brindada por la municipalidad de Aluminé.

Promedio de pernóctes diarios	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Enero	565	598	633	671	710	752	796	843	893	946	1002
Febrero	357	378	400	423	448	475	503	533	564	597	633
Marzo	206	218	231	244	259	274	290	307	325	345	365
Abril	157	166	176	186	197	209	221	234	248	263	278
Mayo	77	81	86	91	96	102	108	114	121	128	136
Junio	54	57	60	64	68	72	76	80	85	90	95
Julio	168	177	188	199	211	223	236	250	265	281	297
Agosto	68	72	76	81	85	90	96	101	107	114	120
Septiembre	66	70	74	79	83	88	93	99	105	111	117
Octubre	144	152	161	171	181	191	203	215	227	241	255
Noviembre	166	176	187	198	209	222	235	249	263	279	295
Diciembre	169	179	189	201	212	225	238	252	267	283	300
Promedio de pernóctes diarios	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	
Enero	1061	1123	1190	1260	1334	1413	1496	1585	1678	1777	
Febrero	670	709	751	796	842	892	945	1001	1060	1122	
Marzo	387	409	433	459	486	515	545	577	611	647	
Abril	295	312	330	350	371	393	416	440	466	494	
Mayo	144	152	161	171	181	192	203	215	227	241	
Junio	101	107	113	120	127	135	142	151	160	169	
Julio	315	333	353	374	396	419	444	470	498	527	
Agosto	127	135	143	151	160	170	180	190	202	214	
Septiembre	124	132	139	148	156	165	175	186	197	208	
Octubre	270	286	303	320	339	359	381	403	427	452	
Noviembre	313	331	351	371	393	416	441	467	495	524	
Diciembre	317	336	356	377	399	423	448	474	502	532	

➤ Para **Villa Pehuenia-Moquehue** se obtuvo lo siguiente:

- Variación interanual promedio de plazas turísticas ofrecidas: +8,5%
- Factor de ocupación promedio de plazas turísticas en cada mes (Tabla 8.8):

Tabla 8.8: Factor de ocupación promedio de plazas turísticas en cada mes en Villa Pehuenia-Moquehue. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la Subsecretaría de Turismo de la provincia de Neuquén.

Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
88%	79%	47%	28%	11%	15%	66%	45%	24%	21%	26%	35%

A partir de estos valores y de la oferta de 1474 plazas turísticas en 2016 (Subsecretaría de Turismo de la provincia de Neuquén, 2016), se calcularon los promedios de pernóctes diarios en cada mes de los años 2018 a 2038 (Tabla 8.9):

Tabla 8.9: Estimación de promedios de pernóctes diarios en cada mes para los años 2018-2038 en Villa Pehuenia-Moquehue. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la Subsecretaría de Turismo de la provincia de Neuquén.

Promedio de pernóctes diarios	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Enero	1534	1664	1806	1959	2126	2306	2502	2715	2946	3196	3468
Febrero	1367	1483	1609	1746	1894	2055	2230	2420	2625	2849	3091
Marzo	818	888	964	1045	1134	1231	1335	1449	1572	1706	1851
Abril	484	526	570	619	671	728	790	858	930	1010	1095
Mayo	188	204	222	241	261	283	307	334	362	393	426
Junio	254	276	299	325	353	383	415	450	489	530	575
Julio	1151	1248	1354	1470	1594	1730	1877	2037	2210	2398	2601
Agosto	774	840	912	989	1073	1164	1263	1371	1487	1614	1751
Septiembre	409	444	482	523	567	615	667	724	786	852	925
Octubre	360	391	424	460	499	542	588	638	692	751	814
Noviembre	444	482	522	567	615	667	724	786	852	925	1003
Diciembre	614	667	723	785	851	924	1002	1087	1180	1280	1389
Promedio de pernóctes diarios	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	
Enero	3763	4082	4429	4806	5214	5658	6139	6660	7226	7841	
Febrero	3353	3638	3948	4283	4647	5042	5471	5936	6441	6988	
Marzo	2008	2178	2364	2565	2783	3019	3276	3554	3856	4184	
Abril	1189	1290	1399	1518	1647	1787	1939	2104	2283	2477	
Mayo	462	502	544	590	641	695	754	818	888	963	
Junio	624	677	735	797	865	938	1018	1105	1199	1300	
Julio	2822	3062	3323	3605	3912	4244	4605	4996	5421	5882	
Agosto	1900	2061	2236	2426	2633	2856	3099	3363	3648	3959	
Septiembre	1004	1089	1181	1282	1391	1509	1637	1776	1927	2091	
Octubre	884	959	1040	1129	1225	1329	1442	1564	1697	1842	
Noviembre	1089	1181	1282	1391	1509	1637	1776	1927	2091	2269	
Diciembre	1507	1635	1774	1925	2089	2266	2459	2668	2894	3140	

8.3. Estimación de RSD a recolectar por día

➤ Municipio de **Aluminé**:

Se estimó la cantidad de cada tipo de RSD que se recolectará cada día, sumando la generación de habitantes y comercios: para los materiales reciclables, que se recolectan 1 vez por semana (“frecuencia 1”), se multiplicó por 7 la generación diaria, y para los materiales compostables y la basura, que se recolectan 2 veces por semana (“frecuencia 2”), la generación diaria se multiplicó por 3,5. En los camiones compactadores se considera que los residuos pueden alcanzar una densidad de 700 kg/m³. En la Tabla 8.10 se presentan las cantidades de RSD estimadas a recolectar por día:

Tabla 8.10: Cantidad estimada de RSD de cada tipo a recolectar por día correspondiente en Aluminé, considerando la generación de habitantes y comercios, una frecuencia semanal de recolección de 1 día para materiales reciclables, 2 para materiales compostables y 2 para basura, y una densidad de 700 kg/m³ para los RSD en los camiones compactadores. Fuente: Elaboración propia.

Año	Recolección de RSD por día correspondiente de cada tipo: habitantes + comercios					
	Materiales RECICLABLES		Materiales COMPOSTABLES		BASURA	
	t/día	m ³ /día	t/día	m ³ /día	t/día	m ³ /día
2018	20,6	29,4	9,4	13,4	4,4	6,3
2019	21,1	30,1	9,6	13,8	4,5	6,4
2020	21,6	30,8	9,9	14,1	4,6	6,6
2021	22,1	31,6	10,1	14,5	4,7	6,7
2022	22,7	32,4	10,4	14,8	4,8	6,9
2023	23,2	33,2	10,6	15,2	4,9	7,1
2024	23,8	34,0	10,9	15,6	5,1	7,2
2025	24,4	34,8	11,2	15,9	5,2	7,4
2026	25,0	35,7	11,4	16,3	5,3	7,6
2027	25,6	36,6	11,7	16,7	5,5	7,8
2028	26,3	37,5	12,0	17,2	5,6	8,0
2029	26,9	38,5	12,3	17,6	5,7	8,2
2030	27,6	39,4	12,6	18,0	5,9	8,4
2031	28,3	40,4	13,0	18,5	6,0	8,6
2032	29,0	41,5	13,3	19,0	6,2	8,8
2033	29,8	42,5	13,6	19,5	6,3	9,0
2034	30,5	43,6	14,0	20,0	6,5	9,3
2035	31,3	44,7	14,3	20,5	6,7	9,5
2036	32,1	45,9	14,7	21,0	6,8	9,8
2037	32,9	47,1	15,1	21,5	7,0	10,0
2038	33,8	48,3	15,5	22,1	7,2	10,3

➤ Municipio de **Villa Pehuénia-Moquehue**:

Se estimó la cantidad de cada tipo de RSD a recolectar cada día, sumando la generación de habitantes, comercios y turistas: para los materiales reciclables, que se recolectan 1 vez por semana (“frecuencia 1”), se multiplicó por 7 la generación diaria, y para los materiales compostables y la basura, que se recolectan 2 veces por semana (“frecuencia 2”), la generación diaria se multiplicó por 3,5 (no se consideró aquí el refuerzo de recolección de basura en temporada alta). En los camiones compactadores se considera que los residuos pueden alcanzar una densidad de 700 kg/m³. En la Tabla 8.11 se presentan las cantidades de RSD estimadas a recolectar por día, considerando las actividades turísticas mínimas, máximas y promedios proyectadas:

Tabla 8.11: Cantidad estimada de RSD de cada tipo a recolectar por día correspondiente en Villa Pehuénia-Moquehue, considerando la generación de habitantes, comercios y turistas, una frecuencia semanal de recolección de 1 día para materiales reciclables, 2 para materiales compostables y 2 para basura, y una densidad de 700 kg/m³ para los RSD en los camiones compactadores. Fuente: Elaboración propia.

		Recolección de RSD por día correspondiente a cada tipo: habitantes + comercios + turistas					
		Materiales RECICLABLES		Materiales COMPOSTABLES		BASURA	
Año	Rango aproximado	t/día	m ³ /día	t/día	m ³ /día	t/día	m ³ /día
2018	Mínimo	7,0	10,0	3,2	4,6	1,5	2,1
	Promedio	8,1	11,6	3,7	5,3	1,7	2,5
	Máximo	9,9	14,1	4,5	6,5	2,1	3,0
2019	Mínimo	7,2	10,3	3,3	4,7	1,5	2,2
	Promedio	8,4	12,0	3,8	5,5	1,8	2,5
	Máximo	10,3	14,7	4,7	6,7	2,2	3,1
2020	Mínimo	7,3	10,5	3,4	4,8	1,6	2,2
	Promedio	8,6	12,3	3,9	5,6	1,8	2,6
	Máximo	10,7	15,3	4,9	7,0	2,3	3,3
2021	Mínimo	7,5	10,7	3,4	4,9	1,6	2,3
	Promedio	8,9	12,7	4,1	5,8	1,9	2,7
	Máximo	11,2	16,0	5,1	7,3	2,4	3,4
2022	Mínimo	7,7	11,0	3,5	5,0	1,6	2,3
	Promedio	9,2	13,1	4,2	6,0	2,0	2,8
	Máximo	11,7	16,7	5,3	7,6	2,5	3,5
2023	Mínimo	7,9	11,2	3,6	5,1	1,7	2,4
	Promedio	9,5	13,6	4,3	6,2	2,0	2,9
	Máximo	12,2	17,4	5,6	8,0	2,6	3,7
2024	Mínimo	8,0	11,5	3,7	5,3	1,7	2,4
	Promedio	9,8	14,0	4,5	6,4	2,1	3,0
	Máximo	12,7	18,2	5,8	8,3	2,7	3,9

2025	Mínimo	8,2	11,8	3,8	5,4	1,8	2,5
	Promedio	10,2	14,5	4,7	6,7	2,2	3,1
	Máximo	13,3	19,1	6,1	8,7	2,8	4,1
2026	Mínimo	8,5	12,1	3,9	5,5	1,8	2,6
	Promedio	10,6	15,1	4,8	6,9	2,2	3,2
	Máximo	14,0	20,0	6,4	9,1	3,0	4,2
2027	Mínimo	8,7	12,4	4,0	5,7	1,8	2,6
	Promedio	10,9	15,6	5,0	7,2	2,3	3,3
	Máximo	14,7	20,9	6,7	9,6	3,1	4,5
2028	Mínimo	8,9	12,7	4,1	5,8	1,9	2,7
	Promedio	11,4	16,2	5,2	7,4	2,4	3,5
	Máximo	15,4	22,0	7,0	10,1	3,3	4,7
2029	Mínimo	9,1	13,0	4,2	6,0	1,9	2,8
	Promedio	11,8	16,9	5,4	7,7	2,5	3,6
	Máximo	16,2	23,1	7,4	10,6	3,4	4,9
2030	Mínimo	9,4	13,4	4,3	6,1	2,0	2,8
	Promedio	12,3	17,5	5,6	8,0	2,6	3,7
	Máximo	17,0	24,3	7,8	11,1	3,6	5,2
2031	Mínimo	9,6	13,8	4,4	6,3	2,0	2,9
	Promedio	12,8	18,3	5,8	8,4	2,7	3,9
	Máximo	17,9	25,6	8,2	11,7	3,8	5,5
2032	Mínimo	9,9	14,1	4,5	6,5	2,1	3,0
	Promedio	13,3	19,0	6,1	8,7	2,8	4,0
	Máximo	18,9	27,0	8,7	12,4	4,0	5,7
2033	Mínimo	10,2	14,5	4,7	6,7	2,2	3,1
	Promedio	13,9	19,9	6,4	9,1	3,0	4,2
	Máximo	20,0	28,5	9,1	13,0	4,2	6,1
2034	Mínimo	10,5	15,0	4,8	6,8	2,2	3,2
	Promedio	14,5	20,7	6,6	9,5	3,1	4,4
	Máximo	21,1	30,1	9,6	13,8	4,5	6,4
2035	Mínimo	10,8	15,4	4,9	7,0	2,3	3,3
	Promedio	15,2	21,7	6,9	9,9	3,2	4,6
	Máximo	22,3	31,9	10,2	14,6	4,7	6,8
2036	Mínimo	11,1	15,9	5,1	7,3	2,4	3,4
	Promedio	15,9	22,7	7,3	10,4	3,4	4,8
	Máximo	23,6	33,7	10,8	15,4	5,0	7,2
2037	Mínimo	11,5	16,4	5,2	7,5	2,4	3,5
	Promedio	16,6	23,7	7,6	10,9	3,5	5,0
	Máximo	25,0	35,7	11,4	16,3	5,3	7,6
2038	Mínimo	11,8	16,9	5,4	7,7	2,5	3,6
	Promedio	17,4	24,9	8,0	11,4	3,7	5,3
	Máximo	26,5	37,9	12,1	17,3	5,6	8,1

➤ Zona **Rucachoroi**:

Se estimó la cantidad de cada tipo de RSD que se recolectará los días sábado, multiplicando por 7 la generación diaria. En los camiones compactadores se considera que los residuos pueden alcanzar una densidad de 700 kg/m³. En la Tabla 8.12 se presentan las cantidades de basura y materiales reciclables estimadas a recolectar por día:

Tabla 8.12: Cantidad estimada de RSD a recolectar por día en la zona Rucachoroi, considerando una frecuencia semanal de recolección de 1 día para materiales reciclables y para basura, y una densidad de 700 kg/m³ para los RSD en los camiones compactadores. Fuente: Elaboración propia.

Año	Recolección de RSD por día			
	Materiales RECICLABLES		BASURA	
	t/día	m ³ /día	t/día	m ³ /día
2018	2,0	2,8	0,8	1,2
2019	2,0	2,9	0,9	1,2
2020	2,1	3,0	0,9	1,3
2021	2,2	3,1	0,9	1,3
2022	2,2	3,2	0,9	1,4
2023	2,3	3,3	1,0	1,4
2024	2,3	3,4	1,0	1,4
2025	2,4	3,4	1,0	1,5
2026	2,5	3,5	1,1	1,5
2027	2,6	3,6	1,1	1,6
2028	2,6	3,7	1,1	1,6
2029	2,7	3,8	1,1	1,6
2030	2,8	4,0	1,2	1,7
2031	2,8	4,1	1,2	1,7
2032	2,9	4,2	1,2	1,8
2033	3,0	4,3	1,3	1,8
2034	3,1	4,4	1,3	1,9
2035	3,2	4,5	1,4	1,9
2036	3,3	4,7	1,4	2,0
2037	3,4	4,8	1,4	2,0
2038	3,4	4,9	1,5	2,1

➤ Zona **Ñorquinco**:

Se estimó la cantidad de RSD que se recolectará los días miércoles (materiales reciclables) y jueves (basura), multiplicando por 7 la generación diaria. En los camiones compactadores se considera que los residuos pueden alcanzar una densidad de 700 kg/m³. En

la Tabla 8.13 se presentan las cantidades de basura y materiales reciclables estimadas a recolectar por día:

Tabla 8.13: Cantidad estimada de RSD a recolectar por día en la zona Ñorquinco, considerando una frecuencia semanal de recolección de 1 día para materiales reciclables y para basura, y una densidad de 700 kg/m^3 para los RSD en los camiones compactadores. Fuente: Elaboración propia.

Año	Recolección de RSD por día			
	Materiales RECICLABLES		BASURA	
	t/día	m ³ /día	t/día	m ³ /día
2018	0,8	1,2	0,4	0,5
2019	0,9	1,2	0,4	0,5
2020	0,9	1,3	0,4	0,5
2021	0,9	1,3	0,4	0,5
2022	0,9	1,3	0,4	0,6
2023	1,0	1,4	0,4	0,6
2024	1,0	1,4	0,4	0,6
2025	1,0	1,4	0,4	0,6
2026	1,0	1,5	0,4	0,6
2027	1,1	1,5	0,5	0,6
2028	1,1	1,6	0,5	0,7
2029	1,1	1,6	0,5	0,7
2030	1,2	1,7	0,5	0,7
2031	1,2	1,7	0,5	0,7
2032	1,2	1,7	0,5	0,7
2033	1,3	1,8	0,5	0,8
2034	1,3	1,8	0,5	0,8
2035	1,3	1,9	0,6	0,8
2036	1,4	1,9	0,6	0,8
2037	1,4	2,0	0,6	0,9
2038	1,4	2,1	0,6	0,9

8.4. Estimación de consumos de combustible y autonomía

Se estimó el consumo de combustible y la autonomía de los camiones de recolección de RSD, a partir de la aproximación de consumo de 16 litros de Infinia Diesel/hora y una capacidad de 220 litros en los tanques de combustible. Por otro lado, se consideraron velocidades promedio de:

- 10 km/h en calles y avenidas, y 20 km/h en rutas, durante los trayectos en que se recolectan RSD.
- 25 km/h en calles, 35 km/h en avenidas y 45 km/h en rutas, en los traslados (trayectos sin recolección de RSD).

➤ Municipio de **Aluminé**:

Las rutas incluyen todo el recorrido, desde que el camión sale de la base operativa hasta que descarga los RSD y vuelve a la base. Los kilometrajes son aproximados.

- Ruta de recolección de materiales compostables:
 - Trayectos de recolección: 39,1 km en calles/avenidas y 18 km en rutas.
 - Traslados: 9 km en calles, 3,9 km en avenidas y 15,8 km en rutas.

$$t_{\text{compostables}} = \frac{39,1 \text{ km}}{10 \frac{\text{km}}{\text{h}}} + \frac{18 \text{ km}}{20 \frac{\text{km}}{\text{h}}} + \frac{9 \text{ km}}{25 \frac{\text{km}}{\text{h}}} + \frac{3,9 \text{ km}}{35 \frac{\text{km}}{\text{h}}} + \frac{15,8 \text{ km}}{45 \frac{\text{km}}{\text{h}}} = 5,63 \text{ h}$$

$$\text{Consumo}_{\text{compostables}} = 5,63 \text{ h} \cdot 16 \frac{\text{l}}{\text{h}} = \mathbf{90,1 \text{ l}}$$

El consumo aproximado de combustible a lo largo de la ruta de recolección de materiales compostables será de 90,1 litros de Infinia Diesel.

- Ruta de recolección de materiales reciclables:
 - Trayectos de recolección: 39,1 km en calles/avenidas y 18 km en rutas.
 - Traslados: 7 km en calles, 3,9 km en avenidas y 19,8 km en rutas.

$$t_{\text{reciclables}} = \frac{39,1 \text{ km}}{10 \frac{\text{km}}{\text{h}}} + \frac{18 \text{ km}}{20 \frac{\text{km}}{\text{h}}} + \frac{7 \text{ km}}{25 \frac{\text{km}}{\text{h}}} + \frac{3,9 \text{ km}}{35 \frac{\text{km}}{\text{h}}} + \frac{19,8 \text{ km}}{45 \frac{\text{km}}{\text{h}}} = 5,64 \text{ h}$$

$$\text{Consumo}_{\text{reciclables}} = 5,64 \text{ h} \cdot 16 \frac{\text{l}}{\text{h}} = \mathbf{90,2 \text{ l}}$$

El consumo aproximado de combustible a lo largo de la ruta de recolección de materiales reciclables será de 90,2 litros de Infinia Diesel.

- Ruta de recolección de basura:
 - Trayectos de recolección: 39,1 km en calles/avenidas y 18 km en rutas.
 - Traslados: 6 km en calles, 2,8 km en avenidas y 39,8 km en rutas.

$$t_{compostables} = \frac{39,1 \text{ km}}{10 \frac{\text{km}}{\text{h}}} + \frac{18 \text{ km}}{20 \frac{\text{km}}{\text{h}}} + \frac{6 \text{ km}}{25 \frac{\text{km}}{\text{h}}} + \frac{2,8 \text{ km}}{35 \frac{\text{km}}{\text{h}}} + \frac{39,8 \text{ km}}{45 \frac{\text{km}}{\text{h}}} = 6,01 \text{ h}$$

$$\text{Consumo}_{compostables} = 6,01 \text{ h} \cdot 16 \frac{\text{l}}{\text{h}} = 96,2 \text{ l}$$

El consumo aproximado de combustible a lo largo de la ruta de recolección de basura será de 96,2 litros de Infinia Diesel.

Tomando como margen de error un 10% y promediando los consumos de las tres rutas de recolección, se considera un **consumo estimativo de 102 litros de combustible Infinia Diesel por cada día de recolección**. Teniendo una capacidad de 220 litros en el tanque de combustible, será necesario abastecerse, llenando el mismo, cada 2 días de recolección, luego de descargar los RSD en el sitio correspondiente y antes de regresar a la base operativa.

➤ Municipio de **Villa Pehuenia-Moquehue**:

Las rutas incluyen todo el recorrido, desde que el camión sale de la base operativa hasta que descarga los RSD y vuelve a la base. Los kilometrajes son aproximados.

- Ruta de recolección de materiales compostables:
 - Trayectos de recolección: 50,8 km en calles y 16,3 km en rutas.
 - Traslados: 76,6 km en rutas.

$$t_{compostables} = \frac{50,8 \text{ km}}{10 \frac{\text{km}}{\text{h}}} + \frac{16,3 \text{ km}}{20 \frac{\text{km}}{\text{h}}} + \frac{86,6 \text{ km}}{45 \frac{\text{km}}{\text{h}}} = 7,8 \text{ h}$$

$$\text{Consumo}_{compostables} = 7,6 \text{ h} \cdot 16 \frac{\text{l}}{\text{h}} = 124,8 \text{ l}$$

El consumo aproximado de combustible a lo largo de la ruta de recolección de materiales compostables será de 125 litros de Infinia Diesel.

- Ruta de recolección de materiales reciclables (incluyendo Zona Ñorquinco):
 - Trayectos de recolección: 50,8 km en calles y 26,3 km en rutas.
 - Traslados: 190,6 km en rutas.

$$t_{reciclables} = \frac{50,8 \text{ km}}{10 \frac{\text{km}}{\text{h}}} + \frac{26,3 \text{ km}}{20 \frac{\text{km}}{\text{h}}} + \frac{190,6 \text{ km}}{45 \frac{\text{km}}{\text{h}}} = 10,6 \text{ h}$$

$$\text{Consumo}_{reciclables} = 10,6 \text{ h} \cdot 16 \frac{\text{l}}{\text{h}} = \mathbf{169,6 \text{ l}}$$

El consumo aproximado de combustible a lo largo de la ruta de recolección de materiales reciclables será de 170 litros de Infinia Diesel.

- Ruta de recolección de basura (días Lunes):

- Trayectos de recolección: 50,8 km en calles y 16,3 km en rutas.
- Traslados: 130,2 km en rutas.

$$t_{compostables} = \frac{50,8 \text{ km}}{10 \frac{\text{km}}{\text{h}}} + \frac{16,3 \text{ km}}{20 \frac{\text{km}}{\text{h}}} + \frac{130,2 \text{ km}}{45 \frac{\text{km}}{\text{h}}} = 8,8 \text{ h}$$

$$\text{Consumo}_{compostables} = 8,8 \text{ h} \cdot 16 \frac{\text{l}}{\text{h}} = \mathbf{140,8 \text{ l}}$$

El consumo aproximado de combustible a lo largo de la ruta de recolección de basura será de 141 litros de Infinia Diesel.

- Ruta de recolección de basura (días Jueves, incluyendo Zona Ñorquinco):

- Trayectos de recolección: 50,8 km en calles y 23,3 km en rutas.
- Traslados: 163,6 km en rutas.

$$t_{compostables} = \frac{50,8 \text{ km}}{10 \frac{\text{km}}{\text{h}}} + \frac{23,3 \text{ km}}{20 \frac{\text{km}}{\text{h}}} + \frac{163,6 \text{ km}}{45 \frac{\text{km}}{\text{h}}} = 9,9 \text{ h}$$

$$\text{Consumo}_{compostables} = 9,9 \text{ h} \cdot 16 \frac{\text{l}}{\text{h}} = \mathbf{158,4 \text{ l}}$$

El consumo aproximado de combustible a lo largo de la ruta de recolección de basura será de 158 litros de Infinia Diesel.

- Ruta de refuerzo de recolección de basura en temporada alta (días Miércoles y Sábados):

- Trayectos de recolección: 12,7 km en calles y 1,5 km en rutas.
- Traslados: 44 km en rutas.

$$t_{compostables} = \frac{12,7 \text{ km}}{10 \frac{\text{km}}{\text{h}}} + \frac{1,5 \text{ km}}{20 \frac{\text{km}}{\text{h}}} + \frac{44 \text{ km}}{45 \frac{\text{km}}{\text{h}}} = 2,3 \text{ h}$$

$$\text{Consumo}_{compostables} = 2,3 \text{ h} \cdot 16 \frac{\text{l}}{\text{h}} = \mathbf{36,8 \text{ l}}$$

El consumo aproximado de combustible a lo largo de la ruta de recolección de basura será de 37 litros de Infinia Diesel.

Teniendo una capacidad de 220 litros en el tanque de combustible, será necesario abastecerse, llenando el mismo, al finalizar cada día de recolección (excepto los días de refuerzo de temporada alta, que el consumo es reducido), luego de descargar los RSD en el sitio correspondiente y antes de regresar a la base operativa.

➤ Zona **Rucachoroi**:

Las rutas incluyen todo el recorrido, desde que el camión sale de la base operativa hasta que descarga los RSD y vuelve a la base. Los kilometrajes son aproximados.

- Ruta de recolección de materiales reciclables:
 - Trayectos de recolección: 18 km en rutas.
 - Traslados: 2 km en calles y 40 km en rutas.

$$t_{reciclables} = \frac{18 \text{ km}}{20 \frac{\text{km}}{\text{h}}} + \frac{2 \text{ km}}{25 \frac{\text{km}}{\text{h}}} + \frac{40 \text{ km}}{45 \frac{\text{km}}{\text{h}}} = 1,9 \text{ h}$$

$$\text{Consumo}_{reciclables} = 1,9 \text{ h} \cdot 16 \frac{\text{l}}{\text{h}} = \mathbf{30,4 \text{ l}}$$

El consumo aproximado de combustible a lo largo de la ruta de recolección de materiales reciclables será de 31 litros de Infinia Diesel.

- Ruta de recolección de basura:
 - Trayectos de recolección: 18 km en rutas.
 - Traslados: 2 km en calles y 70 km en rutas.

$$t_{compostables} = \frac{18 \text{ km}}{20 \frac{\text{km}}{\text{h}}} + \frac{2 \text{ km}}{25 \frac{\text{km}}{\text{h}}} + \frac{70 \text{ km}}{45 \frac{\text{km}}{\text{h}}} = 2,5 \text{ h}$$

$$\text{Consumo}_{compostables} = 2,5 \text{ h} \cdot 16 \frac{\text{l}}{\text{h}} = 40 \text{ l}$$

El consumo aproximado de combustible a lo largo de la ruta de recolección de basura será de 40 litros de Infinia Diesel.

8.5. Diseño de planta de compost y restos de poda

Se estimaron las áreas requeridas para el sector de recepción y acopio de materiales compostables, el de mezcla, el de compostaje y para la pileta de lixiviados.

➤ Municipio de **Aluminé**:

- Sector de recepción y acopio:

Se consideró la recolección de 2 días por semana de RSD compostables para el año 2038, con un 11% extra debido a la mayor actividad turística proyectada, y una densidad aparente de 300 kg/m³ (Tchobanoglous, Theisen y Vigil, 1994):

$$\text{Recepción}_{RSD \text{ compostables}} = 15,5 \frac{t}{d_{recolección}} \cdot 1,11 = 17,21 \frac{t}{d_{recolección}}$$

$$\text{Recepción}_{RSD \text{ compostables}} = 17,21 \frac{t}{d_{recolección}} \cdot \frac{m^3}{0,3 t} = 57,4 \frac{m^3}{d_{recolección}}$$

Se calculó el acopio de RSD compostables de una semana, por posibles retrasos en las actividades de la planta:

$$\text{Recepción}_{RSD \text{ compostables}} = 57,4 \frac{m^3}{d_{recolección}} \cdot 2 \frac{d_{recolección}}{\text{semana}} \cong 115 \frac{m^3}{\text{semana}}$$

Considerando el acopio en una pila de sección aproximadamente triangular, empleando una altura de 2 metros y un ancho de 4 metros, la longitud de la misma sería la siguiente:

$$\text{Longitud}_{pila \text{ RSD compostables}} \cong 115 \frac{m^3}{\text{semana}} \cdot \frac{2}{2 \text{ m} \cdot 4 \text{ m}} \cong 29 \text{ m}$$

Se consideró el espacio suficiente para 2 pilas idénticas más: una para residuos de productores locales (residuos agrícolas, estiércol, paja, etc.) y del matadero municipal, y otra para chips de poda, césped, compost maduro y lodos biológicos de la planta de tratamiento cloacal que pudieran recibirse. Se dejará un espacio de maniobra (pasillos) de 4 metros entre las pilas y alrededor de ellas.

De esta manera, la superficie que ocupará el sector de recepción y acopio será la siguiente:

*Área*_{recepción y acopio}

$$= 3 \text{ pilas} \cdot \left(29 \frac{\text{m}}{\text{pila}} \cdot 4 \text{ m} \right) + 4 \text{ pasillos} \cdot \left(29 \frac{\text{m}}{\text{pasillo}} \cdot 4 \text{ m} \right) \\ + 2 \text{ pasillos} \cdot \left(\left(4 \text{ pasillos} \cdot 4 \frac{\text{m}}{\text{pasillo}} + 3 \text{ pilas} \cdot 4 \frac{\text{m}}{\text{pila}} \right) \cdot 4 \frac{\text{m}}{\text{pasillo}} \right) = 1036 \text{ m}^2$$

El sector de recepción y acopio tendrá una superficie de 1036 m² (28 m de ancho x 37 m de largo).

- Sector de mezcla:

Se calculó el espacio requerido para mezclar los materiales de una semana, con un 80% en masa aproximadamente de RSD compostables (recibiendo 35 toneladas por semana de éstos). Se tomó la densidad aparente de 300 kg/m³ para la totalidad de la materia prima, ya que algunos materiales son más densos y otro menos, y es difícil estimar las proporciones de cada uno.

$$V_{\text{mezcla}} = \frac{\left(\frac{35 \text{ t}}{0,8} \right)}{0,3 \frac{\text{t}}{\text{m}^3}} \cong 146 \text{ m}^3$$

La mezcla se formulará en una pila de sección aproximadamente semicircular de 2 metros de alto (radio) y 4 de ancho (diámetro) -6,3 m²-. Esto resulta en que la pila deberá tener 23,2 metros de largo (se aproxima a 24 metros, aunque será más chica si se arma la mezcla 2 veces por semana en lugar de una). También se deberá contar con espacio para maniobrar (pasillos de 4 metros de ancho), por lo que se estimó que el espacio requerido en el sector de mezcla es el siguiente:

$$\begin{aligned} \text{Área}_{\text{mezcla}} &= 1 \text{ pila} \cdot \left(24 \frac{\text{m}}{\text{pila}} \cdot 4 \text{ m} \right) + 2 \text{ pasillos} \cdot \left(24 \frac{\text{m}}{\text{pasillo}} \cdot 4 \text{ m} \right) \\ &+ 2 \text{ pasillos} \cdot \left(\left(2 \text{ pasillos} \cdot 4 \frac{\text{m}}{\text{pasillo}} + 1 \text{ pila} \cdot 4 \frac{\text{m}}{\text{pila}} \right) \cdot 4 \frac{\text{m}}{\text{pasillo}} \right) = 384 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

El sector de mezcla tendrá una superficie de 384 m² (12 m de ancho x 32 m de largo).

- Sector de compostaje:

Considerando un tiempo de compostaje total de 13 semanas (5 semanas para la primera etapa del proceso y 8 semanas para la segunda), una mezcla con un 80% en masa aproximadamente de RSD compostables, y la densidad aparente de 300 kg/m³, se calculó el volumen total de materia prima.

$$V_{\text{materia prima}} = \frac{13 \text{ semanas} \cdot \left(\frac{35 \frac{\text{t}}{\text{semana}}}{0,8} \right)}{0,3 \frac{\text{t}}{\text{m}^3}} \cong 1896 \text{ m}^3$$

Se construirán pilas de sección triangular de 2 metros de alto, 4 de ancho y 20 de largo aproximadamente, resultando que cada pila tendrá 80 m³ de mezcla. De esta manera se requerirá espacio suficiente para compostar 24 pilas (dispuestas en 2 hileras), igual a la superficie ocupada por ellas propiamente, más el área requerida para maniobras (pasillos de 4 metros de ancho entre pilas y alrededor).

$$\begin{aligned} \text{Área}_{\text{compostaje}} &= \text{Área}_{\text{pilas}} + \text{Área}_{\text{maniobras}} \\ &= 24 \text{ pilas} \cdot \left(20 \frac{\text{m}}{\text{pila}} \cdot 4 \text{ m} \right) + 13 \text{ pasillos} \cdot \left(40 \frac{\text{m}}{\text{pasillo}} \cdot 4 \text{ m} \right) \\ &+ 3 \text{ pasillos} \cdot \left(\left(13 \text{ pasillos} \cdot 4 \frac{\text{m}}{\text{pasillo}} + 12 \text{ pilas} \cdot 4 \frac{\text{m}}{\text{pila}} \right) \cdot 4 \frac{\text{m}}{\text{pasillo}} \right) = 5200 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

El sector de compostaje tendrá una superficie de 5200 m² (52 m x 100 m).

- Sector de pileta de lixiviados:

Considerando la retención de 100 mm de precipitaciones (en la estación meteorológica Chapelco Aero la precipitación máxima diaria registrada es de 79 mm (Servicio Meteorológico Nacional)), caídas sobre los sectores de recepción y acopio (1036 m²) y de compostaje (5200 m²), y una profundidad para la pileta de 1 metro, se calculó la superficie que ocupará la misma.

El volumen necesario será de:

$$V_{pileta} \cong 100 \text{ mm} \frac{1 \text{ m}}{1000 \text{ mm}} \cdot (1036 \text{ m}^2 + 5200 \text{ m}^2) \cong 625 \text{ m}^3$$

Considerando que la pileta tendrá una forma tronco-piramidal de 4 paredes con una inclinación de 45°, el área superior de la misma tendrá 2 metros más que la inferior de cada lado.

Si tuviera forma de prisma, las áreas superior e inferior serían de 625 m² (25 m de lado). Considerando la inclinación de 45° de las paredes, el área superior de la pileta será de 676 m² y el área inferior de 576 m².

Se dejará un pasillo para maniobras de 2 metros alrededor de la pileta, resultando un **área total para el sector de la pileta de lixiviados de 900 m²**.

Aclaración: no se considera el volumen de precipitaciones caídas sobre la superficie de la pileta, ya que se tomó que el 100% de las precipitaciones caídas sobre los otros 2 sectores drenarían en su totalidad hacia la pileta. Además, resulta imposible saber con exactitud el volumen y la frecuencia con que se utilizará el lixiviado para riego.

➤ Municipio de **Villa Pehuenia-Moquehue**:

- Sector de recepción y acopio:

Se consideró la recolección de 2 días por semana de RSD compostables para el año 2038, teniendo en cuenta la máxima actividad turística proyectada, y una densidad aparente de 300 kg/m³ (Tchobanoglous, Theisen y Vigil, 1994):

$$Recepción_{RSD \text{ compostables}} = 12,1 \frac{t}{d_{recolección}} \cdot \frac{m^3}{0,3 t} \cong 40 \frac{m^3}{d_{recolección}}$$

Se calculó el acopio de RSD compostables de una semana, por posibles retrasos en las actividades de la planta:

$$Recepción_{RSD \text{ compostables}} = 40 \frac{m^3}{d_{recolección}} \cdot 2 \frac{d_{recolección}}{\text{semana}} = 80 \frac{m^3}{\text{semana}}$$

Considerando el acopio en una pila de sección aproximadamente triangular, empleando una altura de 2 metros y un ancho de 4 metros, la longitud de la misma sería la siguiente:

$$\mathbf{Longitud}_{pila\ RSD\ compostables} \cong 80 \frac{m^3}{semana} \cdot \frac{2}{2\ m \cdot 4\ m} \cong \mathbf{20\ m}$$

Se consideró el espacio suficiente para 2 pilas idénticas más: una para residuos de productores locales (residuos agrícolas, estiércol, paja, etc.) y otra para chips de poda, césped, y compost maduro. Se dejará un espacio de maniobra (pasillos) de 4 metros entre las pilas y alrededor de ellas.

De esta manera, la superficie que ocupará el sector de recepción y acopio será la siguiente:

Área_{recepción y acopio}

$$\begin{aligned} &= 3\ pilas \cdot \left(20 \frac{m}{pila} \cdot 4\ m\right) + 4\ pasillos \cdot \left(20 \frac{m}{pasillo} \cdot 4\ m\right) \\ &+ 2\ pasillos \cdot \left(\left(4\ pasillos \cdot 4 \frac{m}{pasillo} + 3\ pilas \cdot 4 \frac{m}{pila}\right) \cdot 4 \frac{m}{pasillo}\right) = \mathbf{784\ m^2} \end{aligned}$$

El sector de recepción y acopio tendrá una superficie de 784 m² (28 m x 28 m).

- Sector de mezcla:

Se calculó el espacio requerido para mezclar los materiales de una semana, con un 80% en masa aproximadamente de RSD compostables (recibiendo 24 toneladas por semana de éstos). Se tomó la densidad aparente de 300 kg/m³ para la totalidad de la materia prima, ya que algunos materiales son más densos y otro menos, y es difícil estimar las proporciones de cada uno.

$$V_{mezcla} = \frac{\left(\frac{24\ t}{0,8}\right)}{0,3 \frac{t}{m^3}} \cong \mathbf{100\ m^3}$$

La mezcla se formulará en una pila de sección aproximadamente semicircular de 2 metros de alto (radio) y 4 de ancho (diámetro) -6,3 m²-. Esto resulta en que la pila deberá tener 15,9 metros de largo (se aproxima a 16 metros, aunque será más chica si se arma la mezcla 2 veces por semana en lugar de una). También se deberá contar con espacio para maniobrar

(pasillos de 4 metros de ancho), por lo que se estimó que el espacio requerido en el sector de mezcla es el siguiente:

$$\begin{aligned} \text{Área}_{mezcla} &= 1 \text{ pila} \cdot \left(16 \frac{m}{\text{pila}} \cdot 4 m\right) + 2 \text{ pasillos} \cdot \left(16 \frac{m}{\text{pasillo}} \cdot 4 m\right) \\ &+ 2 \text{ pasillos} \cdot \left(\left(2 \text{ pasillos} \cdot 4 \frac{m}{\text{pasillo}} + 1 \text{ pila} \cdot 4 \frac{m}{\text{pila}}\right) \cdot 4 \frac{m}{\text{pasillo}}\right) = 288 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

El sector de mezcla tendrá una superficie de 288 m² (12 m de ancho x 24 m de largo).

- Sector de compostaje:

Considerando un tiempo de compostaje total de 13 semanas (5 semanas para la primera etapa del proceso y 8 semanas para la segunda), una mezcla con un 80% en masa aproximadamente de RSD compostables, y la densidad aparente de 300 kg/m³, se calculó el volumen total de materia prima.

$$V_{materia\ prima} = \frac{13 \text{ semanas} \cdot \left(\frac{24 \frac{t}{\text{semana}}}{0,8}\right)}{0,3 \frac{t}{m^3}} \cong 1300 \text{ m}^3$$

Se construirán pilas de sección triangular de 2 metros de alto, 4 de ancho y 20 de largo aproximadamente, resultando que cada pila tendrá 80 m³ de mezcla. De esta manera se requerirá espacio suficiente para compostar 17 pilas (dispuestas en 2 hileras), igual a la superficie ocupada por ellas propiamente, más el área requerida para maniobras (pasillos de 4 metros de ancho entre pilas y alrededor). Se adiciona el espacio de una pila más para que sea un área rectangular.

$$\begin{aligned} \text{Área}_{compostaje} &= \text{Área}_{pilas} + \text{Área}_{maniobras} \\ &= 18 \text{ pilas} \cdot \left(20 \frac{m}{\text{pila}} \cdot 4 m\right) + 10 \text{ pasillos} \cdot \left(40 \frac{m}{\text{pasillo}} \cdot 4 m\right) \\ &+ 3 \text{ pasillos} \cdot \left(\left(10 \text{ pasillos} \cdot 4 \frac{m}{\text{pasillo}} + 9 \text{ pilas} \cdot 4 \frac{m}{\text{pila}}\right) \cdot 4 \frac{m}{\text{pasillo}}\right) = 3952 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

El sector de compostaje tendrá una superficie de 3952 m² (52 m x 76 m).

- Sector de pileta de lixiviados:

Considerando la retención de 100 mm de precipitaciones (en la estación meteorológica Chapelco Aero la precipitación máxima diaria registrada es de 79 mm (Servicio Meteorológico Nacional)) caídas sobre los sectores de recepción y acopio (784 m²) y de compostaje (3952 m²), y una profundidad para la pileta de 1 metro, se calculó la superficie que ocupará la misma.

El volumen necesario será de:

$$V_{pileta} \cong 100 \text{ mm} \frac{1 \text{ m}}{1000 \text{ mm}} \cdot (784 \text{ m}^2 + 3952 \text{ m}^2) \cong 474 \text{ m}^3$$

Considerando que la pileta tendrá una forma tronco-piramidal de 4 paredes con una inclinación de 45°, el área superior de la misma tendrá 2 metros más que la inferior de cada lado.

Si tuviera forma de prisma, las áreas superior e inferior serían de 474 m² (aprox. 22 m de lado). Considerando la inclinación de 45° de las paredes, el área superior de la pileta será de 529 m² y el área inferior de 441 m².

Se dejará un pasillo para maniobras de 2 metros alrededor de la pileta, resultando un área para el sector de la pileta de lixiviados de 729 m².

Además se construirá una pileta de contención, hacia donde desbordarán los lixiviados en caso de que superen el límite máximo de la primera pileta. Tendrá un volumen de 120 m³ y una profundidad de 4 metros. Podrá construirse con cemento, con forma de prisma, ocupando una superficie de 30 m² (5 m x 6 m). Se dejará un pasillo de 1 metro alrededor de la pileta de contención.

De esta manera, **el área total del sector de las piletas de lixiviados será de 777 m².**

Aclaración: no se considera el volumen de precipitaciones caídas sobre la superficie de la pileta, ya que se tomó que el 100% de las precipitaciones caídas sobre los otros 2 sectores drenarían en su totalidad hacia la pileta. Además, resulta imposible saber con exactitud el volumen y la frecuencia con que se utilizará el lixiviado para riego.

8.6. Diseño de planta de clasificación

Para el diseño de la planta de clasificación de uso intermunicipal se realizaron diversos cálculos.

En primer lugar se estimaron las capacidades nominal y de diseño, considerando 10 años de vida útil para la planta (año 2028). Para ello se sumaron las cantidades proyectadas de materiales reciclables a recolectar por semana en Villa Pehuenia-Moquehue, Aluminé, Rucachoroi y Ñorquinco, considerando promedios y máximos estacionales debidos a la actividad turística.

Las cantidades a recolectar (y que, por lo tanto, ingresarán y deberán procesarse en la planta) son las siguientes, para el año 2028 (Tabla 8.14):

Tabla 8.14: Cantidad proyectada de materiales reciclables a recolectar por semana en el año 2028. Fuente: Elaboración propia. *Máximo refiere a la cantidad máxima proyectada a recolectar en temporada turística alta; en las zonas Rucachoroi y Ñorquinco los valores coinciden con los valores promedio debido a la falta de información de actividad turística.

Zona de recolección	Cantidad a recolectar (t/semana)	
	Promedio	Máximo*
Aluminé	26,3	27,9
Villa Pehuenia-Moquehue	11,4	15,4
Rucachoroi	2,6	2,6
Ñorquinco	1,1	1,1
TOTAL	41,4	47,0

Dichas cantidades a recolectar resultan en un promedio de 179 t/mes y 2153 t/año, y en un máximo de 204 t/mes en temporada alta, y son los valores utilizados en los cálculos de capacidades nominal y de diseño, en conjunto con las horas útiles estimadas de procesamiento de materiales (1729 h/año, 144 h/mes).

Se calculó la capacidad nominal (capacidad diaria de procesamiento para el promedio de entradas de materiales en el último año de vida útil) y la capacidad de diseño (capacidad diaria de procesamiento para las entradas de materiales en el último año de vida útil, considerando los incrementos debidos a la actividad turística y tomando un 10% de margen de seguridad) de la planta.

$$\text{Capacidad nominal} = \frac{\text{entradas promedio} \left(\frac{t}{\text{año}} \right)}{N^{\circ} \text{ turnos} \cdot 1729 \frac{h}{\text{año}}} = \frac{2153 \frac{t}{\text{año}}}{1 \cdot 1729 \frac{h}{\text{año}}} = 1,25 \frac{t}{h}$$

$$\text{Capacidad de diseño} = \frac{1,1 \cdot \text{entradas máximas} \left(\frac{t}{\text{mes}} \right)}{N^{\circ} \text{ turnos} \cdot 144 \frac{h}{\text{mes}}} = \frac{1,1 \cdot 204 \frac{t}{\text{mes}}}{1 \cdot 144 \frac{h}{\text{mes}}} = 1,56 \frac{t}{h}$$

Se calculó el espacio necesario, en una playa de descarga, para almacenar los materiales reciclables recolectados a lo largo de una semana en temporada alta en el año 2028 (47 toneladas). Se consideraron las densidades aparentes de los distintos materiales y su proporción en la composición (Tabla 8.15), obteniéndose una densidad aparente total de 170 kg/m³.

Tabla 8.15: Densidad y fracciones de los materiales reciclables. Fuente: Elaboración propia a partir de la información de fracciones (De Luca y Giorgi, 2015) y densidades (Tchobanoglous, Theisen y Vigil, 1994; Lund, 1998) de los materiales.

Material	Fracción	Densidad (kg/m ³)	Fracción . Densidad
Diarios y Revistas	7%	282	19,74
Papel de oficina	1%	207	2,07
Papel mezclado	8%	207	16,56
Cartón	17%	208	35,36
Envases Tetra Brik	2%	208	4,16
Plástico PET	4%	45	1,8
Plástico PEAD	2%	53	1,06
Plástico PVC	1%	65	0,65
Plástico PEBD	7%	65	4,55
Plástico PP	3%	65	1,95
Plástico PS	4%	65	2,6
Otros plásticos	3%	65	1,95
Vidrio Verde	9%	326	29,34
Vidrio Ámbar	4%	326	13,04
Vidrio Blanco	4%	297	11,88
Metales férricos	4%	90	3,6
Metales No férricos	1%	30	0,3
Textiles	10%	65	6,5
Goma, cuero, corcho	8%	145	11,6
Aerosoles	1%	90	0,9
Densidad del conjunto de materiales reciclables (kg/m ³)	-	-	170

Con estos valores, el volumen necesario para almacenar los materiales reciclables recolectados en una semana es de:

$$\frac{\text{Volumen de reciclables}}{\text{semana}} = \frac{47 \frac{t}{\text{sem}}}{0,17 \frac{t}{m^3}} = 276,5 \frac{m^3}{\text{sem}}$$

Se tomó una altura máxima de 3 metros para los materiales acopiados, una pendiente natural de 45° para el talud de los mismos y un largo de 15 metros sin columnas en el sector para permitir una adecuada maniobrabilidad a los vehículos. Así, considerando la acumulación de materiales como un cuerpo geométrico semejante a una pirámide truncada, con las especificaciones mencionadas, resultó que el **espacio necesario de almacenaje en la playa de descarga** es de **157,5 m²** (15 m x 10,5 m). A esto debe sumarse un **pasillo para circulación y maniobras de vehículos de 75 m²** (5 m x 15 m).

La **tolva de alimentación primaria**, ubicada junto a la playa de descarga, tendrá una altura mayor a un metro, con una pendiente de 70° en sus paredes internas (que se tornan verticales en la cercanía con la cinta de alimentación primaria) y permitirá acumular más de 3,5 m³ de materiales. Esto resulta en una ocupación de **5,2 m² de superficie**.

La **cinta de alimentación primaria** tendrá 40° de inclinación, 1 metro de ancho, se utilizará también para la clasificación primaria manual y deberá alcanzar una altura de 6 metros para volcar los materiales en el equipo abre-bolsas. Un ancho de 3 metros totales permitirá la clasificación primaria manual a los lados de la cinta, por lo que ocupará una **superficie total de 22,5 m²** (3 m x 7,5 m).

El equipo abridor de bolsas ocupará aproximadamente 1 m², y estará colocado por encima del extremo de la cinta de clasificación.

La **plataforma de clasificación** en altura poseerá silos de almacenaje y espacios para colocar bolsas y/o contenedores para los materiales clasificados por debajo de la misma. Se dejarán 13 espacios de 1,2 metros por debajo de la plataforma donde caerán los materiales. Además se considera la colocación (recomendable) de un separador magnético de tipo over band transversal y, a continuación de éste, un espacio para separación manual de metales no férricos y otros materiales recuperables que no hayan alcanzado a ser clasificados previamente. Considerando esto, y que las plataformas de clasificación tienen un ancho de 3 metros (teniendo un ancho de cinta de 70 cm y un espacio adecuado para la circulación y las tareas de los operarios clasificadores), se requerirá una superficie de **63 m²** (3 m x 18 m para el equipo abridor de bolsas y el primer tramo de clasificación, y 3 m x 3 m para la separación magnética, de metales no férricos y materiales recuperables).

Al final de la línea de clasificación quedarán los **materiales de rechazo**, que se acopiarán temporalmente hasta que sean transportados por el camión recolector de basura hasta el relleno sanitario para su disposición final. Se propuso dejar espacio suficiente para almacenar el rechazo y realizar el transporte hasta el relleno sanitario los días de recolección de basura, de manera de aprovechar los viajes del camión (2 veces por semana).

Al momento del presente trabajo, los materiales que todavía no poseen comprador son: plástico PVC, plástico PS, otros plásticos, goma, cuero y corcho; la suma de ellos representa el 16% en masa de los materiales reciclables. De éstos, se estima que podrá encontrarse comprador para el plástico PS o podrá aprovecharse para otros usos, y potencialmente también ocurra lo mismo con la goma. De esta manera, los materiales no aprovechables podrían reducirse al 12% o menos. Teniendo en cuenta esto, y que los materiales reciclables podrían venir en condiciones inadecuadas para su reciclaje o mezclados con materiales impropios, se tomó un margen de error, considerando un rechazo máximo del 20% del material que ingresa a la planta de clasificación. El rechazo promedio resulta entonces de 8,3 t/sem, y el máximo, de 9,4 t/sem, y considerando la densidad de 170 kg/m³ ocuparían entre 48,7 y 55,3 m³. Al realizarse 2 viajes por semana al relleno sanitario, se considerará un volumen de almacenaje para rechazos de 30 m³, brindando un mayor margen de error. Se plantea un espacio de almacenaje con 3 paredes laterales, que permita la acumulación del rechazo contra ellas al ser volcada por la cinta de clasificación, y se forma un talud natural de 45° hacia el lado sin pared, que será por donde ingresará la pala a cargar los materiales en el camión recolector. Este espacio ocupará una **superficie de 30 m²**, permitiendo que los materiales de rechazo alcancen una altura máxima de entre 2 y 2,5 metros.

Los materiales a compactar y enfardar serán transportados por una cinta de 70 cm de ancho, que recogerá los materiales acumulados en los silos y en los contenedores ubicados debajo de la plataforma de clasificación, y los volcará en una cinta inclinada que alimentará a la prensa enfardadora grande. La **cinta transportadora** ocupará una **superficie estimada de 18 m²** (1 m x 18 m) y la **cinta que alimentará a la prensa** ocupará alrededor de **3 m²** (1 m x 3 m)

El **espacio destinado a la instalación y uso de las 2 prensas enfardadoras** existentes será de aproximadamente **22 m²** (16 m² para la prensa grande y 6 m² para la chica).

El espacio de almacenaje para materiales clasificados se calculó según el tamaño de los fardos (o forma de acopio) y la capacidad del vehículo de transporte a utilizar.

Un camión de tipo semirremolque puede transportar alrededor de 26 toneladas, en un espacio de carga aproximado de 13 metros de largo, 2,6 metros de ancho y 2,6 metros de alto.

Las prensas enfardadoras que actualmente posee la planta arman fardos de materiales con las siguientes dimensiones:

- ✓ Prensa chica: 0,75 m x 0,5 m x 0,75 m (0,28 m³)
- ✓ Prensa grande: 0,75 m x 0,75 m x 0,90 m (0,51 m³)

Esto indica que en un camión se podrían trasladar 144 fardos grandes, o 102 fardos grandes y 85 chicos, o combinaciones alternativas dependiendo los materiales almacenados.

Considerando los tipos de materiales y sus cantidades relativas, se decidió utilizar principalmente la prensa chica para enfardar aluminio, acero, botellas de PET aceite y papel blanco, y la prensa grande se utilizará para enfardar polietileno, cartón, textiles, PET cristal, PET mezcla, PEAD natural, PEAD color y papel mezcla. El vidrio se acopiará a granel en un sector delimitado con paredes; el tetra-brik y el polipropileno se acopiarán en bolsones tipo big bag; el resto de los metales se acopiarán también en bolsones. Los fardos grandes se acopiarán en sectores (boxes) con capacidad para 100 fardos cada uno, con una altura máxima de acopio de 3 metros, ocupando cada box 20 m²; se delimitarán 4 boxes para fardos grandes: cartón, textiles, papel mezclado, y plásticos PET, PEAD y polietileno. Los fardos chicos se acopiarán en boxes con capacidad para 32 fardos cada uno, con una altura máxima de acopio de 3 metros, ocupando cada box 6 m²; se delimitará 1 box para papel blanco y PET aceite y 1 box para acero y aluminio. Además se delimitará un box de 16 m² para el acopio de tetra-brik y polipropileno en bolsones, otro de 16 m² para otros metales, y otro de 25 m² para el acopio de vidrio a granel. En total, el **espacio de almacenamiento de materiales clasificados** suma **149 m²**.

Se dejará un pasillo de 4 metros de ancho para la **circulación y maniobras de autoelevador/pala cargadora** a lo largo del sector de clasificación y almacenamiento, estimándose una **superficie** requerida **de entre 80 y 100 m²**.

Los **baños, vestuarios y cocina** ocuparán una **superficie** igual o similar a la actual, de alrededor **de 37 m²**, de la misma manera que la **caseta de control e ingreso**, que ocupa **20 m²**. Además se sugiere incorporar en el ingreso una **balanza para camiones**, por lo que se requerirá un **espacio de 30 m²** (3 m x 10 m).

Por último, como se sugiere la instalación del **taller de fabricación de placas y productos a partir de los materiales recuperados**, se propone dejar un **espacio de 70 m²** para este fin, alcanzando para la instalación y uso de maquinaria y depósito de productos terminados.

Se sumaron entonces todos los espacios (nombrados previamente) requeridos para el edificio principal de la planta de clasificación:

Área requerida *planta de clasificación*

$$= (157,5 + 75 + 5,2 + 22,5 + 63 + 30 + 18 + 3 + 22 + 149 + 100 + 37 + 20 + 30 + 70) m^2 = 802,2 m^2 \cong 800 m^2$$

Considerando que la superficie total del predio es de 6750 m², quedará un gran espacio libre para destinar a otros usos y/o futuras ampliaciones.

8.7. Diseño de relleno sanitario

➤ **Cálculos de residuos a disponer y material de cobertura a utilizar en la conformación del relleno sanitario:**

El período de diseño o vida útil proyectada para el relleno sanitario es de 20 años. Se consideró la disposición final de la basura domiciliar recolectada por ambos municipios (proyectada previamente), del rechazo de los materiales reciclables recolectados (20%), y un margen de error del 10% adicional, considerando el producido de barrido, posibles rechazos de las plantas de compost y restos de poda, y voluminosos no aprovechados.

$$Residuos\ a\ disponer = 1,1 \cdot (Basura_{recolectada} + Rechazo_{planta\ de\ clasificación})$$

Se consideraron los siguientes puntos para los cálculos:

- Disposición final de residuos: 2 días/semana, 52 semanas al año.
- Densidad de los residuos compactados (recientemente dispuestos y compactados en el relleno sanitario): 450 kg/m³.
- Densidad de los residuos estabilizados en el relleno sanitario: 550 kg/m³.
- Material de cobertura a utilizar: 20% en volumen de los residuos compactados.

$$V_{relleno\ sanitario} = V_{residuos\ estabilizados} + V_{material\ de\ cobertura}$$

En la Tabla 8.16 se presentan los valores obtenidos empleando estas consideraciones para llegar a obtener el volumen de relleno sanitario requerido.

Tabla 8.16: Residuos y material de cobertura empleados en la confección del relleno sanitario. Fuente: Elaboración propia.

Año	Residuos a disponer	Residuos compactados		Material de cobertura		Residuos estabilizados (m ³ /año)	Relleno Sanitario	
	t/sem	Diario (m ³)	Anual (m ³)	Diario (m ³)	Anual (m ³)		Anual (m ³)	Acumulado (m ³)
2018	17,9	19,9	2070,4	4,0	414,1	1694,0	2108,1	2108,1
2019	18,4	20,4	2125,8	4,1	425,2	1739,3	2164,4	4272,5
2020	18,9	21,0	2183,0	4,2	436,6	1786,1	2222,7	6495,2

2021	19,4	21,6	2242,5	4,3	448,5	1834,8	2283,3	8778,5
2022	19,9	22,2	2304,2	4,4	460,8	1885,3	2346,1	11124,6
2023	20,5	22,8	2368,4	4,6	473,7	1937,8	2411,5	13536,1
2024	21,1	23,4	2435,0	4,7	487,0	1992,3	2479,3	16015,4
2025	21,7	24,1	2504,2	4,8	500,8	2048,9	2549,7	18565,2
2026	22,3	24,8	2576,2	5,0	515,2	2107,8	2623,0	21188,2
2027	22,9	25,5	2651,1	5,1	530,2	2169,1	2699,3	23887,5
2028	23,6	26,2	2729,1	5,2	545,8	2232,9	2778,7	26666,2
2029	24,3	27,0	2810,2	5,4	562,0	2299,2	2861,3	29527,5
2030	25,1	27,8	2894,8	5,6	579,0	2368,5	2947,4	32474,9
2031	25,8	28,7	2983,0	5,7	596,6	2440,6	3037,2	35512,1
2032	26,6	29,6	3075,0	5,9	615,0	2515,9	3130,9	38643,0
2033	27,4	30,5	3171,1	6,1	634,2	2594,5	3228,8	41871,8
2034	28,3	31,5	3271,4	6,3	654,3	2676,6	3330,9	45202,6
2035	29,2	32,5	3376,2	6,5	675,2	2762,4	3437,6	48640,2
2036	30,2	33,5	3485,8	6,7	697,2	2852,0	3549,1	52189,4
2037	31,2	34,6	3600,3	6,9	720,1	2945,7	3665,8	55855,2
2038	32,2	35,8	3720,3	7,2	744,1	3043,9	3788,0	59643,1

➤ **Cálculo de la celda diaria:**

Se utilizaron los valores calculados de volúmenes diarios de residuos compactados y material de cobertura, para calcular el área requerida para las celdas diarias a lo largo del tiempo de vida útil del relleno sanitario.

$$V_{celda} = V_{residuos\ compactados\ diarios} + V_{material\ cobertura\ diario}$$

Cada celda se construirá con una altura aproximada de 1 m. Se tomó un ancho de celda - y de sección- de 5 metros, de manera de permitir maniobrabilidad a los equipos y tener el material de cobertura a distancias pequeñas; además brindará un espacio apropiado para la descarga de los camiones recolectores. De esta manera se calcularon también el área y la longitud de las celdas. Los resultados se observan en la Tabla 8.17.

Tabla 8.17: Confección de las celdas diarias en el relleno sanitario. Fuente: Elaboración propia.

Año	Celda diaria		
	Volumen (m3)	Área (m2)	Longitud (m)
2018	23,9	23,9	4,8
2019	24,5	24,5	4,9
2020	25,2	25,2	5,0
2021	25,9	25,9	5,2
2022	26,6	26,6	5,3

2023	27,3	27,3	5,5
2024	28,1	28,1	5,6
2025	28,9	28,9	5,8
2026	29,7	29,7	5,9
2027	30,6	30,6	6,1
2028	31,5	31,5	6,3
2029	32,4	32,4	6,5
2030	33,4	33,4	6,7
2031	34,4	34,4	6,9
2032	35,5	35,5	7,1
2033	36,6	36,6	7,3
2034	37,7	37,7	7,5
2035	39,0	39,0	7,8
2036	40,2	40,2	8,0
2037	41,5	41,5	8,3
2038	42,9	42,9	8,6

➤ **Cálculo de los módulos:**

La forma de los módulos de relleno se aproximó a la de una pirámide truncada invertida, con un área inferior (A_1), un área superior (A_2) y una altura (h). Se propuso una base de 15 m x 30 m (de manera de separar el módulo en 6 secciones de 5 m cada una), que resulta en un A_1 de 450 m², y una altura (h) de 10 m; considerando una pendiente de taludes 1,5H:1V, el A_2 resulta de dimensiones 45 m x 60 m (2700 m²).

La ecuación de cálculo de volumen para una pirámide truncada permitió la estimación de la cantidad de residuos con cobertura que entrarán en este módulo:

$$V_{\text{módulo}} = \frac{h}{3} (A_1 + A_2 + \sqrt{A_1 A_2}) = 14174 \text{ m}^3$$

El primer módulo construido de esta manera, dada su capacidad, durará aproximadamente 6 años. Luego se seguirán construyendo módulos de dimensiones similares (la capacidad puede aumentarse elevando las pendientes de la cobertura superior), siendo necesarios 4 módulos totales para la disposición final de residuos a lo largo de 20 años, según el volumen de relleno acumulado que se calculó previamente (~ 59650 m³). Por lo tanto, 4 módulos de aproximadamente 2700 m² de superficie cada uno, totalizan 10800 m² de área destinada a relleno.

Se consideró un factor de aumento del 100% de superficie adicional a la destinada a relleno, requerida para las vías de circulación, depósito de material de excavación, áreas de retiro a espacios linderos, caseta de control e ingreso, instalaciones sanitarias, estacionamiento, zona para almacenamiento de equipos, instalaciones de gestión, y

parquización. Esto indica que se requerirá una superficie de aproximadamente 2,2 ha para la instalación del relleno sanitario.

➤ **Generación de lixiviados:**

Los lixiviados que se generan en los módulos de relleno dependen de las precipitaciones caídas sobre la superficie, la infiltración de agua, la evapotranspiración, la humedad de los residuos, la compactación y la capacidad de campo (capacidad de retención de humedad).

Se empleó el método suizo para calcular el caudal de lixiviados que se generará:

$$Q = P \cdot A \cdot K$$

Q: Caudal promedio mensual de lixiviado (m^3/mes)

P: Precipitación promedio del mes con mayores precipitaciones (m/mes). El valor utilizado es de 190 mm mensuales, correspondientes al promedio mensual más alto (mes de junio) del período 2001-2010, según los registros de la estación meteorológica Rahue (AIC), ubicada al sur de la localidad de Aluminé a una longitud geográfica muy similar a la del predio del relleno sanitario.

A: Área superficial del relleno (m^2). Se tomó el área de 1 módulo de relleno ($2700 m^2$).

K: Coeficiente dependiente del grado de compactación de los residuos. Se tomó un valor de 0,35 dado el peso específico considerado para los residuos estabilizados).

$$Q = P \cdot A \cdot K = 0,19 \frac{m}{mes} \cdot 2700 m^2 \cdot 0,35 \cong 180 \frac{m^3}{mes}$$

Se utilizó el programa HidroBio -plantilla para el cálculo de los balances hídrico (Thornthwaite-Matter) y bioclimático (Montero de Burgos-González Rebollar modificado)-, desarrollado en la Universidad de Sevilla, para conocer los meses con exceso hídrico. Se ingresaron los datos de precipitaciones y temperaturas medias mensuales del período 2001-2010 registradas en la estación meteorológica Rahue (AIC), y se consideró un suelo franco arenoso fino, vegetación herbácea de raíces de profundidad moderada y una latitud de $40^\circ S$. El resultado brindado por el programa permitió conocer que existe exceso hídrico en la zona en los meses de junio a octubre.

Se decidió construir instalaciones para el almacenamiento de los lixiviados generados durante los meses de exceso hídrico, con el objetivo de no descargar los líquidos fuera del predio; se recircularán hacia los módulos mediante riego por aspersión, favoreciendo la evaporación y evapotranspiración del mismo, y la compactación del módulo. Se utilizó el

método suizo para el cálculo del volumen a almacenar (empleando las precipitaciones medias de los meses de junio a octubre, y obteniendo un volumen, en lugar de caudal).

$$V_{total} = (P_{junio} + P_{julio} + P_{agosto} + P_{septiembre} + P_{octubre}) \cdot A \cdot K$$

$$= (0,19 + 0,143 + 0,137 + 0,056 + 0,057)m \cdot 2700 m^2 \cdot 0,35 \cong 550 m^3$$

El lixiviado se almacenará y tratará en una primera laguna de estabilización anaeróbica y una segunda laguna, de menor profundidad, del tipo facultativa. En caso de que, en una situación extraordinaria, estuviese por completarse el límite superior de la laguna facultativa y no pudiera utilizarse el líquido para riego (por exceso hídrico en el suelo), se deberá realizar un vaciado parcial de la misma mediante extracción con camión atmosférico, y deberá llevarse a una planta de tratamiento de efluentes líquidos (el municipio de Aluminé posee un camión atmosférico que podría emplearse en dicha situación).

▪ Laguna anaeróbica:

Se tomó un volumen de almacenamiento para la laguna anaeróbica equivalente a la generación, durante 2 meses consecutivos, del caudal de lixiviado calculado para junio:

$$V_{anaeróbica} = Q \cdot t = 180 \frac{m^3}{mes} \cdot 2 meses = 360 m^3$$

La misma tendrá una profundidad de 5 m y taludes de 45° de inclinación, por lo que el área superior de la misma tendrá 10 metros más que la inferior de cada lado.

Si tuviera forma de prisma, las áreas superior e inferior serían de 72 m² (aprox. 8,5 m de lado). Considerando la inclinación de 45° de los taludes, el área superior de la pileta de almacenamiento y tratamiento de lixiviados será de 182 m² (13,5 m x 13,5 m), y el área inferior de 12 m² (3,5 m x 3,5 m).

El tiempo de retención del líquido es:

$$\theta = \frac{V}{Q} = \frac{360 m^3}{180 \frac{m^3}{mes}} = 2 meses$$

Se tomó una eficiencia de remoción de DBO₅ (Demanda Bioquímica de Oxígeno a 5 días) del 50% ya que, aunque las temperaturas medias son bajas, el tiempo de retención es prolongado y existirá una alta remoción de sólidos sedimentables.

El valor de DBO_5 y la carga orgánica a la salida de la laguna anaeróbica serán entonces de:

$$S_1 = (1 - 0,5) S_0 = 0,5 \cdot 6000 \frac{g}{m^3} = 3000 \frac{g}{m^3}$$

$$CO_1 = S_1 \cdot Q = 3 \frac{kg}{m^3} \cdot 180 \frac{m^3}{mes} = 540 \frac{kg}{mes} = 18 \frac{kg}{d}$$

Siendo

S_0 y S_1 : concentraciones de DBO_5 a la entrada y salida de la laguna. El valor de S_0 se tomó en base a información obtenida durante una visita realizada al Complejo Norte III de CEAMSE.

CO_1 : carga orgánica de salida de la laguna anaeróbica.

▪ Laguna facultativa:

El volumen destinado a esta laguna será la diferencia entre el volumen de almacenamiento total de lixiviados y el volumen de la laguna anaeróbica.

$$V_{facultativa} = V_{total} - V_{anaeróbica} = 550 m^3 - 360 m^3 = 190 m^3$$

La misma tendrá una profundidad de 2 m y taludes de 45° de inclinación, por lo que el área superior de la misma tendrá 4 metros más que la inferior de cada lado.

Si tuviera forma de prisma, las áreas superior e inferior serían de $95 m^2$ (aprox. 9,8 m de lado). Considerando la inclinación de 45° de los taludes, el área superior será de $144 m^2$ (12 m x 12 m), y el área inferior de $64 m^2$ (8 m x 8 m).

Con estas dimensiones, la carga orgánica superficial (COS) resulta con el siguiente valor:

$$COS_1 = \frac{CO_1}{A_1} = \frac{14,4 \frac{kg}{d}}{0,0144 ha} = 1250 \frac{kg}{ha \cdot d}$$

Este valor de COS no se ajusta a ningún modelo de carga superficial para tratamiento mediante lagunas facultativas, dadas las bajas temperaturas medias en invierno. Para poder continuar el tratamiento y reducir la carga orgánica hasta valores admisibles para el vertido sobre cursos de agua superficiales, se requerirían grandes dimensiones de terreno, exigiendo un predio más amplio y mayores gastos. A razón de esto, y de manera de requerir un muy bajo consumo de agua para el funcionamiento del predio, es que se decidió almacenar el lixiviado y reutilizarlo.

▪ Evaporación de las lagunas:

Se estimó la evaporación de agua desde la superficie de lixiviados en las lagunas, de manera de conocer si el espacio de almacenamiento será suficiente. Para ello se empleó el método de balance de energía, considerando que toda la radiación solar que llega a la superficie del líquido se absorbe por la evaporación:

$$E_r = \frac{R_n}{L_e \cdot \rho_w} \cdot 1000 \frac{mm}{m}$$

E_r : Tasa de evaporación (mm/d)

R_n : Irradiación solar, dependiente del mes del año (kWh/m²/d)

L_e : Calor latente de vaporización, dependiente de la temperatura (kWh/kg)

ρ_w : Densidad del agua, dependiente de la temperatura (kg/m³)

Los promedios de irradiación solar diaria para cada mes, para el sitio de emplazamiento del relleno sanitario, se obtuvieron desde un sistema de estadísticas climatológicas de la NASA.

Luego se calculó el volumen de agua evaporada por día (V_{ed}) mediante el producto de la tasa de evaporación y la superficie de evaporación. Se consideró como superficie de evaporación a la superficie media de líquido en las lagunas, tomando los promedios de las superficies superior e inferior de cada una (97 m² para la laguna anaeróbica y 104 m² para la facultativa, con un total de 201 m² de superficie de evaporación). Finalmente se calculó el volumen evaporado para cada mes (V_{em}) multiplicando la evaporación diaria por 30 días.

En la Tabla 8.18 se muestran los valores empleados para los cálculos y los resultados obtenidos.

Tabla 8.18: Cálculo de volumen de agua a evaporarse de las lagunas de almacenamiento de lixiviados. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de irradiación solar (NASA).

Mes del año	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
T media (°C)	15,9	15,9	13	8,3	5,1	3,2	2,8	3,8	6,3	9	11,4	14,1
R_n (kWh/m²/d)	7,78	6,88	4,94	3,29	2,08	1,46	1,72	2,42	3,68	5,31	6,7	7,48
L_e (kWh/kg)	0,6844	0,6844	0,6864	0,6897	0,6917	0,6928	0,6928	0,6922	0,6908	0,6889	0,6875	0,6856
ρ_w (kg/m³)	1001	1001	1002	1003	1004	1004	1004	1004	1004	1003	1003	1001
E_r (mm/d)	11,36	10,04	7,18	4,76	3,00	2,10	2,47	3,48	5,31	7,68	9,72	10,90
V_{ed} (m³)	2,3	2,0	1,4	1,0	0,6	0,4	0,5	0,7	1,1	1,5	2,0	2,2
V_{em} (m³)	68,5	60,6	43,3	28,7	18,1	12,7	14,9	21,0	32,0	46,3	58,6	65,7

Se calculó un total anual evaporado de las lagunas de 470 m³, y un total de 127 m³ evaporados en los meses de junio a octubre. Dado que en la estimación no se consideró la evaporación debida al viento sobre las lagunas, la evaporación producida durante el riego del módulo por aspersión y la evapotranspiración desde la superficie del módulo, se considera que la capacidad de almacenamiento de lixiviados calculada para las lagunas es suficiente.

En cuanto a la evacuación de lixiviados desde el módulo hacia las lagunas, se calculó el caudal máximo a extraer mediante el método suizo, considerando la precipitación máxima diaria de 79 mm (registrada en la estación Chapelco Aero, (Sistema Meteorológico Nacional)).

$$Q_{\text{extracción lixiviados}} = P \cdot A \cdot K = 0,079 \frac{m}{d} \cdot 2700 m^2 \cdot 0,35 \cong 75 \frac{m^3}{d}$$

Para la evacuación de las aguas pluviales de precipitaciones caídas sobre el módulo que no hayan entrado en contacto con los residuos, se tomaron las precipitaciones caídas sobre 5 de las 6 secciones del módulo (situación de operación del módulo en la primera sección); se tomó también la precipitación máxima diaria de 79 mm. El cálculo de caudal máximo a evacuar fue el siguiente:

$$Q_{\text{extracción aguas pluviales}} = P \cdot A = 0,079 \frac{m}{d} \cdot \frac{5}{6} 2700 m^2 \cong 178 \frac{m^3}{d}$$

➤ **Generación de gases:**

Se empleó el programa LandGEM (Landfill Gas Emissions Model – Version 3.02), desarrollado por la Agencia de Protección Ambiental (EPA) de Estados Unidos, para calcular la generación de gases de relleno a lo largo de los años. Este programa está basado en un modelo de descomposición de primer orden de los residuos en rellenos sanitarios de residuos sólidos municipales, basado en la ecuación de decaimiento de Monod y que asume una relación directa con el contenido de carbón de los residuos y un decaimiento exponencial en el tiempo (Sarptaş, 2017). Los datos que se ingresaron en el programa de cálculo fueron:

- Toneladas de residuos sólidos a disponerse cada año, durante los 20 años de vida útil del relleno (2018 a 2038).
- Ratio de generación de metano. Se adoptó el valor de 0.04/año, correspondiente a rellenos sanitarios típicos.
- Capacidad potencial de generación de metano. Se adoptó el valor de 100 m³/t, correspondiente a rellenos sanitarios típicos.

- Contenido de metano en el gas. Se dejó el valor por defecto del programa de 50% en volumen.

Además se estimó una proporción del 60% del gas generado que podrá ser captado por el sistema de colección (Servicio Alemán de Cooperación Social – Técnica); el 40% restante se emitiría en forma difusa a través de la cubierta final del relleno hacia la atmósfera.

En la Tabla 8.19 y la Figura 8.1 se presentan los resultados que se obtuvieron. Se puede observar que para el primer año no se obtuvo generación de gases, dada la primera fase de la generación, y se incluyen los cálculos hasta el año 2068, que corresponde al período mínimo necesario de monitoreo post-clausura del relleno sanitario.

Tabla 8.19: Gas de relleno generado y captado por año. Fuente: Elaboración propia mediante el uso del programa LandGEM.

Año	Gas de Relleno			Año	Gas de Relleno		
	Generado		Captado		Generado		Captado
	(t/año)	(m ³ /año)	(m ³ /año)		(t/año)	(m ³ /año)	(m ³ /año)
2018	0	0	0	2044	152	122056	73233
2019	9	7321	4393	2045	146	117270	70362
2020	18	14551	8731	2046	141	112672	67603
2021	27	21699	13020	2047	135	108254	64952
2022	36	28778	17267	2048	130	104009	62405
2023	45	35798	21479	2049	125	99931	59958
2024	53	42769	25661	2050	120	96012	57607
2025	62	49702	29821	2051	115	92248	55349
2026	71	56608	33965	2052	111	88631	53178
2027	79	63498	38099	2053	106	85155	51093
2028	88	70382	42229	2054	102	81816	49090
2029	96	77273	46364	2055	98	78608	47165
2030	105	84180	50508	2056	94	75526	45316
2031	114	91115	54669	2057	91	72565	43539
2032	122	98090	58854	2058	87	69719	41832
2033	131	105117	63070	2059	84	66986	40191
2034	140	112209	67325	2060	80	64359	38615
2035	149	119376	71626	2061	77	61835	37101
2036	158	126634	75980	2062	74	59411	35647
2037	167	133994	80397	2063	71	57081	34249
2038	177	141471	84883	2064	68	54843	32906
2039	186	149079	89447	2065	66	52693	31616
2040	179	143234	85940	2066	63	50627	30376
2041	172	137617	82570	2067	61	48641	29185
2042	165	132221	79333	2068	58	46734	28041
2043	159	127037	76222				

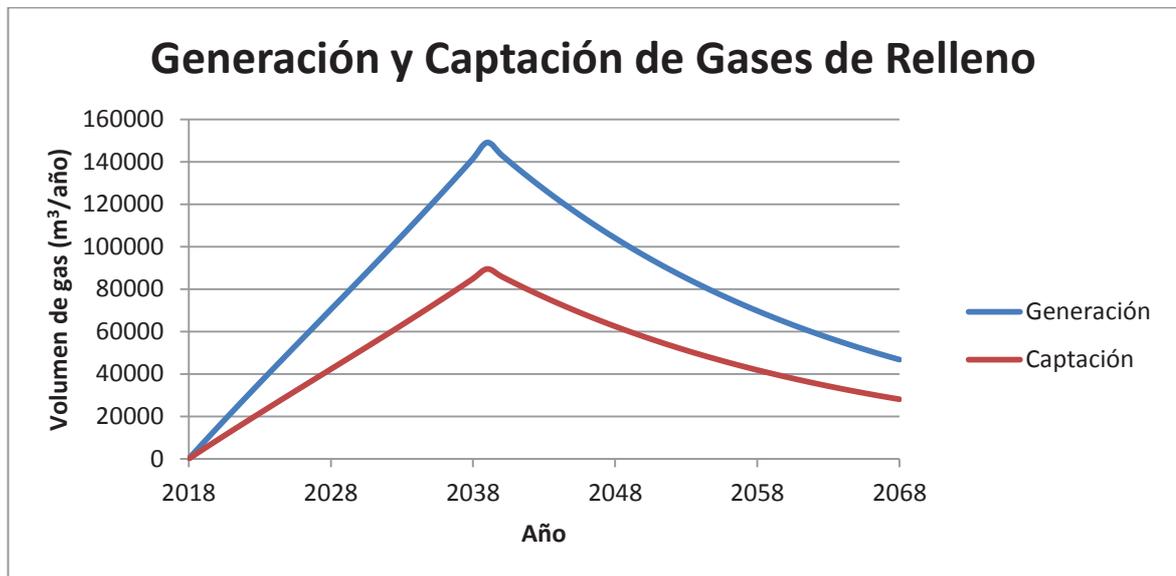


Figura 8.1: Generación y captación de gases de relleno por año. Fuente: Elaboración propia mediante el uso del programa LandGEM.

9. CONCLUSIONES TÉCNICAS FINALES

En primer lugar se pudo elaborar un diagnóstico que permitió conocer en forma precisa la situación actual de la gestión de los residuos en el área de estudio. Esto se realizó a partir de noticias e información obtenida a distancia, mediante testimonios de personas que habitan en el lugar y algunas que trabajan en la gestión actual, y recorriendo el territorio en cuestión y las instalaciones en uso.

A partir del diagnóstico se diseñó un Sistema de Gestión Integral de Residuos que permite resolver los problemas identificados, mejorar el servicio prestado a la población y disminuir el impacto negativo sobre el medio ambiente, promoviendo la reducción en la generación, el tratamiento y el aprovechamiento de los residuos. Esto se hizo buscando aprovechar el capital y las instalaciones existentes, teniendo en cuenta las necesidades y características propias del lugar y la población, y considerando las opiniones e intereses de habitantes y trabajadores locales.

El sistema de gestión diseñado permite resolver las problemáticas actuales en forma integral, empleando tecnologías ambientalmente adecuadas, con una inversión relativamente baja (en comparación con otros sistemas y tecnologías existentes), y generando nuevos puestos de trabajo, atendiendo las necesidades de las pequeñas poblaciones involucradas.

Dado que es un proyecto de gestión conjunta entre los municipios de Aluminé y Villa Pehuenia-Moquehue, requerirá de un trabajo colaborativo entre ellos y de la conformación de un consorcio intermunicipal; deberá incluirse también al gobierno provincial, a la Corporación Interestadual Pulmarí, a las comunidades originarias locales y a la Administración de Parques Nacionales en el debate y la conformación del mismo, ya que están involucrados en el proyecto. En el caso de que el proyecto quisiera ser implementado por uno de los municipios en forma individual o por ambos en forma separada, debido a potenciales conflictos entre ellos, éste podrá ser adaptado, debiendo modificarse principalmente la localización y la construcción de la planta de clasificación y del relleno sanitario.

Se considera que la implementación del Sistema de Gestión Integral de Residuos propuesto es de gran importancia para la región, tanto en el aspecto del cuidado del medio ambiente y la salud, como en lo social y turístico, por lo que es sumamente recomendable su ejecución.

10. CONCLUSIONES PERSONALES

El desarrollo del Proyecto Final Integrador de la carrera de Ingeniería Ambiental constituyó un gran desafío a nivel personal y académico-profesional. A lo largo de las distintas etapas del mismo se fueron realizando tareas y actividades muy diversas, que exigieron no sólo la aplicación de destrezas y conocimientos, sino también el sorteo de obstáculos que se presentaron en diversas situaciones y la incorporación de nuevos aprendizajes relacionados, directa e indirectamente, con las temáticas abordadas.

Se contactó a personas de distintas áreas de ambos municipios para obtener información confiable y que no se encontraba disponible en bibliografía o en internet; se coordinaron entrevistas y visitas a las instalaciones de gestión de residuos, se realizó un recorrido íntegro por el territorio de estudio y se entrevistó a habitantes y trabajadores de la zona; se asistió a congresos y charlas abocadas a la gestión de residuos, que sirvieron para conocer casos y experiencias previas de sistemas de gestión en distintas partes del mundo; se investigaron muchos temas y se profundizaron conocimientos sobre tecnologías y herramientas vistas en la carrera; se contactó a personas y profesionales de distintos ámbitos y rubros para solicitar información, herramientas y cotizaciones de productos y servicios.

Luego de haber atravesado todo este proceso, se concluye que el Proyecto Final es una herramienta de formación sumamente importante, que complementa y permite aplicar en forma integral los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera de grado, sirviendo como preparación para el ingreso a la vida profesional. Más específicamente, en la formación de un Ingeniero Ambiental, permite reunir los conocimientos técnicos para solucionar problemas desde una óptica global, de manera de respetar, valorar y proteger el medio ambiente natural, socio-económico y cultural.

11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Administración de Parques Nacionales. (2009). *Parque Nacional Lanín*. Argentina.
- Allasia, M. R., et al. (2013). *Experiencias nacionales en: Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos*. III Jornadas Nacionales. Chubut.
- Autoridad Interjurisdiccional de las Cuencas de los Ríos Limay, Neuquén y Negro (AIC). *Estadísticas Climáticas e Hidrológicas. Período 2001 – 2010*.
- Banco Interamericano de Desarrollo. (2013). *Programa de Gestión de Residuos Sólidos Urbanos. Préstamo 3249/OC-AR*.
- Barrett, N. (1992). Taller Intermedio. *Revista Mecánica Popular*, 45 (2). Recuperado de <http://www.mimecanicapopular.com/vercarpi.php?n=100>
- Brown, A., Martínez Ortiz, U., Acerbi, M. y Corcuera J. (2006). *La Situación Ambiental Argentina 2005*. Fundación Vida Silvestre Argentina. Buenos Aires. Recuperado de <https://ced.agro.uba.ar/ubatic/?q=node/76>.
- Corporación Interestadual Pulmarí. *Caracterización climática*. Recuperado de <https://www.pulmari.org/acerca-de-pulmari/caracterizacion-climatica>.
- De Luca, M. y Georgi, N. (2015). *Estudio de estrategia y factibilidad de la gestión de residuos sólidos urbanos (RSU) para la República Argentina*.
- Ecoembes. (2016). *Plantas de Selección de Envases Ligeros*. Madrid.
- Ellen MacArthur Foundation. (2014). *Hacia una economía circular*.
- Empresa e Iniciativa Emprendedora. (2012). *Montar una Carpintería de Madera*. Recuperado de <https://www.empresaeiniciativaemprendedora.com/?Montar-una-Carpinteria&artpage=2-3>.
- Ezeah, C., Fazakerley, J. y Byrne, T. (2015). *Tourism Waste Management in the European Union: Lessons Learned from Four Popular EU Tourist Destinations*. American Journal of Climate Change.

- Galli, C. A. (1969). *Descripción Geológica de la Hoja 35a, Lago Aluminé, provincia del Neuquén*. Dirección Nacional de Geología y Minería. Subsecretaría de Minería y Combustibles. Secretaría de Estado de Energía y Minería. Ministerio de Economía y Trabajo. Boletín N° 108.
- Gonzales, G. (2018). *Una experiencia comunitaria: Aluminé produce biodiesel*. Recuperado de <https://www.lmneuquen.com/una-experiencia-comunitaria-alumine-produce-biodiesel-n592661>.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC). *Censo Nacional de Población y Vivienda 1991*.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC). *Censo Nacional de Población, Hogares y Vivienda 2001*.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC). *Censo Nacional de Población, Hogares y Vivienda 2010*.
- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). (2013). *Energía sustentable del bosque nativo*. Recuperado de <http://intainforma.inta.gov.ar/wp-content/uploads/2013/04/Le%C3%B1a-en-Blanco.pdf>.
- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). *Aluminé*. Sistema de soporte de decisiones para la producción agrícola de los Valles Cordilleranos Patagónicos. Recuperado de <http://sipan.inta.gov.ar/productos/ssd/vc/neuquen/ig.html?&url=ig/poblacion.htm>.
- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). *Calificación de las aguas superficiales y subterráneas por condición ambiental según municipio y categoría del mismo. Año 2001*. Sistema de soporte de decisiones para la producción agrícola de los Valles Cordilleranos Patagónicos. Recuperado de <http://sipan.inta.gov.ar/productos/ssd/vc/>.

- Jaramillo J. (2002). *Guía para el Diseño, Construcción y Operación de Rellenos Sanitarios Manuales: Una solución para la disposición final de residuos sólidos municipales en pequeñas poblaciones*. Perú.
- Jurio E., Cappelletti V. y Torrens C. *Construcción del riesgo ambiental en la cuenca superior del río Aluminé – provincia del Neuquén*.
- Kavazanjian, E. Jr. (1999). *Seismic Design of Solid Waste Containment Facilities*. Proceedings of the Eight Canadian Conference on Earthquake Engineering. Vancouver. pp. 51-89
- Ley N° 23.612. Ratificación del Convenio de Creación de la Corporación Interestadual Pulmarí. Boletín Oficial de la Nación, Buenos Aires, Argentina, 7 de diciembre de 1988.
- Lund, H. F. (1998). *Manual McGraw – Hill de Reciclaje*. México.
- Martínez, S. J. *Cuenca del Río Limay*. Recuperado de <https://www.mininterior.gov.ar/obras-publicas/pdf/63.pdf>.
- Meteoblue. (2018). *Clima 39.12°S 70.96°O*. Recuperado de <https://www.meteoblue.com/es/tiempo/pronostico/modelclimate/-39.121N-70.963E>.
- Moreno Pradena, L. A. (2013). *Metodología de Diseño de Estabilidad de Taludes para Rellenos Sanitarios de Residuos Sólidos Urbanos*. Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas. Chile.
- NASA. Langley Research Center (LaRC) POWER Project funded through the NASA Earth Science/Applied Science Program.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2015). *Aspectos Físicos: Suelo, Clima y Agua Provincia del Neuquén*. Neuquén. Recuperado de

http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/rlc/utf017arg/neuquen/DT_02_Aspectos_f%C3%ADsicos.pdf.

Pereyra, F. X., Irisarri J. A. y Ferrer, J. A. (2011). *Suelos: Factores de Formación, Procesos Pedogenéticos y Distribución*. Relatorio del XVIII Congreso Geológico Argentino. Neuquén.

Ricci-Jürgensen, M. (2017). *Experiences of collecting and recycling organic waste in Villages, Towns and Cities: a showcase of good practices*. University iSalud. Argentina.

Rodríguez Salinas M. A y Córdova y Vázquez A. (2006). *Manual de compostaje municipal* (1^{ra} ed.). Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México.

Rovere, E. I. y Martínez, P. *Departamento Aluminé*. Atlas Neuquén desde el Satélite. Recuperado de <http://atlasneuquen.uncoma.edu.ar/departamentos/alumine/aereas/landsat/alumine123.php>.

Sarptaş, H. (2017). *Assessment of GHG Emission Reduction & Energy Potential by Landfill Gas (LFG) Utilization*.

Servicio Alemán de Cooperación Social – Técnica. Recuperado de <http://www.bvsde.paho.org/bvsars/fulltext/rellenos/emisiones3.pdf>.

Servicio Meteorológico Nacional. *Caracterización: Estadísticas de largo plazo*. Recuperado de <https://www.smn.gob.ar/caracterizaci%C3%B3n-estad%C3%ADsticas-de-largo-plazo>.

Sistema Nacional de Información Hídrica de la Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación. (2010). *Atlas 2010 – Neuquén*. Recuperado de <http://pagar00.mininterior.gob.ar/neuquen/>.

Subsecretaría de Turismo de la provincia de Neuquén. (2014). *F.4. Aluminé – Pulmarí – Rahue*.

Subsecretaría de Turismo de la provincia de Neuquén. (2016). *F.4. Aluminé – Pulmarí – Rahue.*

Subsecretaría de Turismo de la provincia de Neuquén. (2016). *F.5. Villa Pehuenia – Moquehue.*

Tchobanoglous, G., Theisen, H. y Vigil, S. A. (1994). *Gestión Integral de Residuos Sólidos* (Volumen 1). España: McGraw-Hill.

Turner, J. C. M. (1976). *Descripción Geológica de la Hoja 36a, Aluminé, provincia del Neuquén.* Servicio Geológico Nacional. Subsecretaría Técnica. Secretaría de Estado de Minería. Ministerio de Economía. Boletín N° 145.

Unión Europea. (2016). *URBAN-WASTE: Urban Strategies for Waste Management in Tourist Cities.*

Villa Pehuenia – Aldea de Montaña. (2015). Villa Pehuenia. Conociendo el Paraiso. Recuperado de <http://www.villapehuenia.com.ar/villa-pehuenia-neuquen>.

12. BIBLIOGRAFÍA

- Administración de Parques Nacionales. (2009). *Parque Nacional Lanín*. Argentina.
- Allasia, M. R., et al. (2013). *Experiencias nacionales en: Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos*. III Jornadas Nacionales. Chubut.
- Almorox, J. *Métodos de estimación de las evapotranspiraciones ETP y ETr*.
- Autoridad Interjurisdiccional de las Cuencas de los Ríos Limay, Neuquén y Negro (AIC). *Estadísticas Climáticas e Hidrológicas. Período 2001 – 2010*.
- Banco Interamericano de Desarrollo. (2013). *Programa de Gestión de Residuos Sólidos Urbanos. Préstamo 3249/OC-AR*.
- Barrett, N. (1992). Taller Intermedio. *Revista Mecánica Popular*, 45 (2). Recuperado de <http://www.mimecanicapopular.com/vercarpi.php?n=100>
- Bel, J. (2017). *URBAN-WASTE: Urban strategies for waste management in tourist cities*. Unión Europea.
- Blanco, G., Santalla, E., Córdoba, V. y Levy, A. (2017). *Generación de electricidad a partir de biogás capturado de residuos sólidos urbanos: Un análisis teórico-práctico*. Banco Interamericano de Desarrollo.
- Brown, A., Martínez Ortiz, U., Acerbi, M. y Corcuera J. (2006). *La Situación Ambiental Argentina 2005*. Fundación Vida Silvestre Argentina. Buenos Aires. Recuperado de <https://ced.agro.uba.ar/ubatic/?q=node/76>.
- Cantanhede, A. y Sandoval, L. (2001). *Rellenos sanitarios manuales*. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente División de Salud y Ambiente OPS / OMS.
- Careaga, J. A. (1993). *Manejo y reciclaje de los residuos de envases y embalajes*. SEDESOL – Instituto Nacional de Ecología. México D.F.

Corporación Interestadual Pulmarí. *Caracterización climática*. Recuperado de <https://www.pulmari.org/acerca-de-pulmari/caracterizacion-climatica>.

Cubillos, A. Z. (1982). *Criterios para dimensionar lagunas de estabilización*.

De Luca, M. y Georgi, N. (2010). *Residuos Sólidos Urbanos*. Instituto de Ingeniería Sanitaria. FIUBA.

De Luca, M. y Georgi, N. (2015). *Estudio de estrategia y factibilidad de la gestión de residuos sólidos urbanos (RSU) para la República Argentina*.

Department of Environment and Conservation NSW. (2006). *Handbook for Design and Operation of Rural and Regional Transfer Stations*.

Ecoembes. (2016). *Plantas de Selección de Envases Ligeros*. Madrid.

EcoPlas. (2011). *Manual de Valorización de los Residuos Plásticos* (5^{ta} ed.). Buenos Aires.

Ellen MacArthur Foundation. (2014). *Hacia una economía circular*.

Empresa e Iniciativa Emprendedora. (2012). *Montar una Carpintería de Madera*. Recuperado de <https://www.empresaeiniciativaemprendedora.com/?Montar-una-Carpinteria&artpage=2-3>.

Equipo Editorial de la Red de Expertos en Residuos. *Gestión de Rellenos Sanitarios en América Latina*. España.

Ezeah, C., Fazakerley, J. y Byrne, T. (2015). *Tourism Waste Management in the European Union: Lessons Learned from Four Popular EU Tourist Destinations*. American Journal of Climate Change.

Fernández Protomastro, G. y Fernández Cañas, P. (2018). *Diseño de Rellenos Sanitarios*. Cátedra de Residuos Sólidos. UNSAM.

Fileni E., Pomés A., Budnik, A. y Stadelman, E. *Manual Operativo de Valorización de Residuos Sólidos Urbanos para Pequeños y Medianos Asentamientos de*

Argentina. Secretaría de Desarrollo Sustentable y Política Ambiental – Ministerio de Desarrollo Social y Medio Ambiente.

Fontán, C. A. *Gestión Integral de Residuos Urbanos – Recolección de Residuos Sólidos Urbanos. Barrido y Limpieza de Calles*. Buenos Aires.

Galli, C. A. (1969). *Descripción Geológica de la Hoja 35a, Lago Aluminé, provincia del Neuquén*. Dirección Nacional de Geología y Minería. Subsecretaría de Minería y Combustibles. Secretaría de Estado de Energía y Minería. Ministerio de Economía y Trabajo. Boletín N° 108.

Golder Associates. (2014). *Materials Recovery Facility Material Balance*. Canada.

Gonzales, G. (2018). *Una experiencia comunitaria: Aluminé produce biodiesel*. Recuperado de <https://www.lmneuquen.com/una-experiencia-comunitaria-alumine-produce-biodiesel-n592661>.

Hernández Barrios, C. P., Fernández Villagómez, G. y Sánchez Gómez, J. (1995). *Manual para el tratamiento y disposición final de medicamentos y fármacos caducos*. México D.F.

Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC). *Censo Nacional de Población y Vivienda 1991*.

Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC). *Censo Nacional de Población, Hogares y Vivienda 2001*.

Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC). *Censo Nacional de Población, Hogares y Vivienda 2010*.

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). (2013). *Energía sustentable del bosque nativo*. Recuperado de <http://intainforma.inta.gov.ar/wp-content/uploads/2013/04/Le%C3%B1a-en-Blanco.pdf>.

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). *Aluminé*. Sistema de soporte de decisiones para la producción agrícola de los Valles Cordilleranos Patagónicos.

Recuperado de

<http://sipan.inta.gov.ar/productos/ssd/vc/neuquen/ig.html?&url=ig/poblacion.htm>.

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). *Calificación de las aguas superficiales y subterráneas por condición ambiental según municipio y categoría del mismo. Año 2001*. Sistema de soporte de decisiones para la producción agrícola de los Valles Cordilleranos Patagónicos. Recuperado de <http://sipan.inta.gov.ar/productos/ssd/vc/>.

Iribarra, M. A. y D Pietro, F. *Análisis y selección de tecnologías de tratamientos de los Residuos Patológicos*.

Jaramillo J. (2002). *Guía para el Diseño, Construcción y Operación de Rellenos Sanitarios Manuales: Una solución para la disposición final de residuos sólidos municipales en pequeñas poblaciones*. Perú.

Jurio E., Cappelletti V. y Torrens C. *Construcción del riesgo ambiental en la cuenca superior del río Aluminé – provincia del Neuquén*.

Kavazanjian, E. Jr. (1999). *Seismic Design of Solid Waste Containment Facilities*. Proceedings of the Eight Canadian Conference on Earthquake Engineering. Vancouver. pp. 51-89

Kavazanjian, E. Jr. (2006). *Sismics Design of Landfills*. Hangzhou University. Arizona.

Keller Hirsch, A. *Proyecto Generación Eléctrica con Gas de Relleno Sanitario Central Loma Los Colorados I y II*. Kdm Energía S.A.

Ley N° 23.612. Ratificación del Convenio de Creación de la Corporación Interestadual Pulmarí. Boletín Oficial de la Nación, Buenos Aires, Argentina, 7 de diciembre de 1988.

Long, A. y Smetzer, D. *Waste Management Pt 1: Waste Generation & Characterization*.

Lund, H. F. (1998). *Manual McGraw – Hill de Reciclaje*. México.

Márquez Pérez, J. N. *Macro y Micro Ruteo de Residuos Sólidos Residenciales*. Sucre.

Martínez, S. J. *Cuenca del Río Limay*. Recuperado de
<https://www.mininterior.gov.ar/obras-publicas/pdf/63.pdf>.

Meteoblue. (2018). *Clima* 39.12°S 70.96°O. Recuperado de
<https://www.meteoblue.com/es/tiempo/pronostico/modelclimate/-39.121N-70.963E>.

Ministerio de Turismo – Presidencia de la Nación. *Directrices de Gestión Ambiental para Municipios Turísticos*. Argentina.

Ministerio del Interior y Transporte y Secretaría de Asuntos Municipales. *Gestión integral de residuos sólidos urbanos*. Presidencia de la Nación.

Mitma, J. I., et al. (2004). Diseño Evaluación de una Planta de Reciclaje de Envases Tetra Pak a Pequeña Escala. *Revista de la Facultad de Ingeniería Industrial* 7 (2). pp. 7–17.

Moreno Pradena, L. A. (2013). *Metodología de Diseño de Estabilidad de Taludes para Rellenos Sanitarios de Residuos Sólidos Urbanos*. Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas. Chile.

Murali Krishna, A. (2009). *Seismic Design and Analysis of Landfill Slopes*. Department of Civil Engineering. Indian Institute of Technology Guwahati.

NASA. Langley Research Center (LaRC) POWER Project funded through the NASA Earth Science/Applied Science Program.

Navarro Hudiel, S. (2010). *Cálculo de Volúmenes para Movimiento de Tierra*. Universidad Nacional de Ingeniería UNI-Norte Esteli.

Nippon Koei. (2017). *Manual de Recolección y Transporte de los Residuos Sólidos*. República Dominicana.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2015). *Aspectos Físicos: Suelo, Clima y Agua Provincia del Neuquén*. Neuquén.
Recuperado de

http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/rlc/utf017arg/neuquen/DT_02_Aspectos_f%C3%ADsicos.pdf.

Pereyra, F. X., Irisarri J. A. y Ferrer, J. A. (2011). *Suelos: Factores de Formación, Procesos Pedogenéticos y Distribución*. Relatorio del XVIII Congreso Geológico Argentino. Neuquén.

Perez, N. V., et al. (2017). *Estudio de vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva (VTeIC). Ciencia, tecnología e innovación en residuos sólidos urbanos (RSU)*. Secretaría de Planeamiento y Políticas. Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva. Presidencia de la Nación. Buenos Aires.

Pinellas County. (2009). *Materials Recovery Facility Technology Review*.

Ricci-Jürgensen, M. (2017). *Experiences of collecting and recycling organic waste in Villages, Towns and Cities: a showcase of good practices*. University iSalud. Argentina.

Rodríguez Salinas M. A y Córdova y Vázquez A. (2006). *Manual de compostaje municipal* (1^{ra} ed.). Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México.

Rovere, E. I. y Martínez, P. *Departamento Aluminé*. Atlas Neuquén desde el Satélite. Recuperado de <http://atlasneuquen.uncoma.edu.ar/departamentos/alumine/aereas/landsat/alumine123.php>.

Sarptaş, H. (2017). *Assessment of GHG Emission Reduction & Energy Potential by Landfill Gas (LFG) Utilization*.

Secretaría de Turismo de la Nación - Dirección Nacional de Gestión de la Calidad Turística. *Directrices de Gestión Turística de Municipios Manual de aplicación*. Argentina.

Servicio Alemán de Cooperación Social – Técnica. Recuperado de <http://www.bvsde.paho.org/bvsars/fulltext/rellenos/emisiones3.pdf>.

Servicio Meteorológico Nacional. *Caracterización: Estadísticas de largo plazo*. Recuperado de <https://www.smn.gov.ar/caracterizaci%C3%B3n-estad%C3%ADsticas-de-largo-plazo>.

Sistema Nacional de Información Hídrica de la Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación. (2010). *Atlas 2010 – Neuquén*. Recuperado de <http://pag-ar00.mininterior.gov.ar/neuquen/>.

Sorondo, M. (2014). *Manual de Buenas Prácticas de Manufactura en Plantas GIRSU*. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación. Jefatura de Gabinete de Ministros. Presidencia de la Nación. Argentina.

Sosa, M. G. y Saulle, J. P. (2017). *Factibilidad en el desarrollo de una planta de procedimiento de envases usados de tretrapack*. Buenos Aires.

Subsecretaría de Turismo de la provincia de Neuquén. (2014). *F.4. Aluminé – Pulmarí – Rahue*.

Subsecretaría de Turismo de la provincia de Neuquén. (2016). *F.4. Aluminé – Pulmarí – Rahue*.

Subsecretaría de Turismo de la provincia de Neuquén. (2016). *F.5. Villa Pehuenia – Moquehue*.

Tchobanoglous, G., Kreith, F. (2002). *Handbook of solid waste management* (2^{da} ed.). McGraw-Hill.

Tchobanoglous, G., Theisen, H. y Vigil, S. A. (1994). *Gestión Integral de Residuos Sólidos* (Volumen 1). España: McGraw-Hill.

Tello Espinoza, P. et al. *Informe de la evaluación regional del manejo de residuos sólidos urbanos en América Latina y el Caribe*. BID – AIDIS – Organización Panamericana de la Salud.

Thume, K. (2017). *Waste Management in Party Areas – Investigating Litter Behavior*. Copenhagen.

- Turner, J. C. M. (1976). *Descripción Geológica de la Hoja 36a, Aluminé, provincia del Neuquén*. Servicio Geológico Nacional. Subsecretaría Técnica. Secretaría de Estado de Minería. Ministerio de Economía. Boletín N° 145.
- Unión Europea. (2016). *URBAN-WASTE: Urban Strategies for Waste Management in Tourist Cities*.
- Universidad Nacional del Nordeste. *Manual de buenas prácticas ambientales en el ámbito municipal*.
- Vanegas, C., Reyes, R. y Gámez, S. (2015). *Definición del modelo de cálculo de la Carga Superficial Máxima (CSM) para el diseño de lagunas de Estabilización Facultativa de la zona del pacífico de Nicaragua*. XXIX Congreso Centroamericano. Managua, Nicaragua.
- Villa Pehuenia – Aldea de Montaña. (2015). Villa Pehuenia. Conociendo el Paraiso. Recuperado de <http://www.villapehuenia.com.ar/villa-pehuenia-neuquen>.
- Yañez, F. (2003). *Lagunas de estabilización facultativas*. Curso Internacional sobre Lagunas de Estabilización. Asociación Ecuatoriana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental – AEISA – La Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil. Guayaquil, Ecuador.

13. LISTADO DE ABREVIATURAS

AVU	Aceite Vegetal Usado
EsIA	Estudio de Impacto Ambiental
GPC	Generación per cápita
NFU	Neumáticos Fuera de Uso
PC	Planta de Clasificación
PCyRP	Planta de Compost y Restos de Poda
RAEEs	Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos
RS	Relleno Sanitario
RSD	Residuos Sólidos Domiciliarios
RSU	Residuos Sólidos Urbanos
RSUnD	Residuos Sólidos Urbanos no Domiciliarios

14. ANEXOS

14.1. Anexo I: Metodología de valoración de impactos ambientales

Los impactos se caracterizaron teniendo en cuenta una serie de atributos, los cuales están cuantificados con valores, según la descripción enunciada a continuación:

Signo (+ o -): El signo positivo corresponde a un impacto de tipo beneficioso para algún factor ambiental. El signo negativo corresponde a un impacto de tipo perjudicial para algún factor ambiental.

Signo (+/-)	
Beneficioso	+
Perjudicial	-

Intensidad (IN): Se refiere al grado probable de destrucción sobre el factor. La valoración está comprendida entre 1 y 12, en el que 12 expresará una destrucción total del factor y 1 una afectación mínima.

Intensidad (IN)	
Baja	1
Media	2
Alta	3
Muy alta	8
Total	12

Extensión (EX): Se refiere al área de influencia del impacto. El mínimo valor es 1 y corresponde a una acción cuyo efecto se expresa en forma puntual. Si el efecto abarca una zona algo mayor, la extensión es parcial (2). En caso de afectar una gran parte del área, es extenso (4). Si el efecto es generalizado en toda el área y no presenta una localización precisa, se le asignará el valor de 8. Existen impactos de ubicación crítica por el hecho de producirse en sitios de elevada importancia ecológica.

Extensión (EX)	
Puntual	1
Parcial	2
Extenso	4
Total	8
Crítica	10

Momento (MO): Alude al tiempo que transcurre entre la acción y la aparición del impacto sobre el factor del medio considerado. Cuando el tiempo transcurrido es nulo se le asignará el valor de 8. Si el tiempo transcurrido es dentro del primer año será inmediato y le corresponderá el

valor 4. Luego entre 1 y 5 años, el valor será de 2 y si el efecto tarda en manifestarse más de 5 años el valor será de 1.

Momento (MO)	
Largo plazo	1
Medio plazo	2
Inmediato	4
Crítico	8

Persistencia (PE): Se refiere al tiempo de permanencia del efecto una vez generado el impacto. Si la persistencia del efecto tiene lugar durante menos de un año el impacto será fugaz y el valor será de 1. Si dura entre 1 y 10 será considerado temporal y el valor correspondiente será de 2. Finalmente será considerado permanente asignándole un valor de 4 cuando su duración supere los 10 años.

Persistencia (PE)	
Fugaz	1
Temporal	2
Permanente	4

Reversibilidad (RE): Se refiere a la posibilidad de reconstrucción del factor afectado, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, una vez que aquella deja de actuar sobre el medio. Si es reversible en menos de 2 años será de corto plazo y se le asigna el valor de 1, si es entre 2 y 10 años se considerará de medio plazo. Por último si es irreversible, es decir que no podrá volver a sus condiciones iniciales en forma natural, el valor es de 4.

Reversibilidad (RE)	
Corto plazo	1
Medio plazo	2
Irreversible	4

Sinergia (SI): Debe interpretarse como el reforzamiento de dos o más efectos simples. Se asigna una valoración de 1 cuando dicho fenómeno no se produce. Luego corresponderán los valores 2 o 4 de acuerdo a qué tan pronunciada es su magnitud.

Sinergia (SI)	
Sin sinergismo	1
Sinérgico	2
Muy sinérgico	4

Acumulación (AC): Fenómeno mediante el cual los efectos son incrementales progresivamente. El valor es de 1 cuando es simple y 4 cuando es acumulativo.

Acumulación (AC)	
Simple	1
Acumulativo	4

Efecto (EF): De acuerdo a su manifestación o forma de operar sobre el medio será directo o indirecto.

Efecto (EF)	
Indirecto	1
Directo	4

Periodicidad (PR): Es la manifestación de la posibilidad de ocurrencia del efecto en el tiempo, calificándose como irregular o errático con valor 1, periódico con valor 2 y continuo valor 4.

PERIODICIDAD (PR)	
Irregular	1
Periódico	2
Continuo	4

Recuperabilidad (RC): Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del factor afectado, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la actuación, por medio de la intervención humana. Si el efecto es recuperable inmediatamente, se le asigna valor 1. Si es recuperable pero a lo largo de un período de tiempo será valor 2. En caso de ser mitigable, es decir recuperable en forma parcial, se asigna el valor de 8 y si resulta irrecuperable se le asigna el valor 10.

Recuperabilidad (RC)	
Recuperable inmediatamente	1
Recuperable en mediano plazo	2
Mitigable	8
Irrecuperable	10

Una vez cuantificados los atributos de cada impacto se procedió a confeccionar la correspondiente matriz de impacto ambiental en la que cada casilla de cruce corresponde a un impacto. Para expresar la importancia (I) del impacto numéricamente se aplicó la siguiente función:

$$I = \pm(3 IN + 2 EX + MO + PE + RE + SI + AC + EF + PR + RC)$$

14.2. Anexo II: Fotografías tomadas durante la visita realizada a la zona del proyecto

Aquí se incluye una pequeña parte de las fotografías tomadas durante la visita y los recorridos realizados por el área del proyecto. En las Figuras Figura 14.1 a Figura 14.4 se muestran imágenes satelitales donde se observa la localización de las fotografías que se tomaron en forma georreferenciada (sumamente útil como registro y como apoyo para el diseño), y en las Figuras Figura 14.5 a Figura 14.39 se presentan algunas de dichas fotografías.

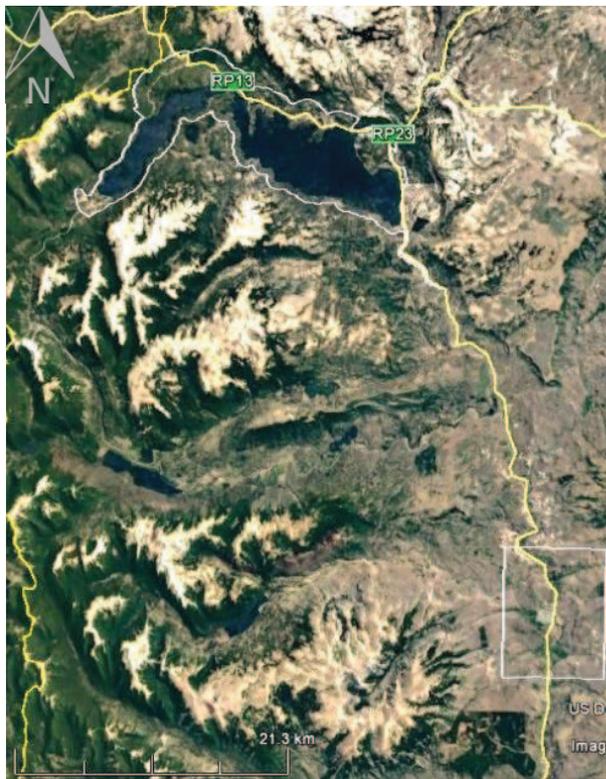


Figura 14.1: Imagen satelital del área del proyecto. Se indica con color blanco los límites de los ejidos municipales de Aluminé y Villa Pehuenia-Moquehue. Fuente: Google Earth.



Figura 14.2: Imagen satelital del área del proyecto, con fotografías georreferenciadas. Fuente: Elaboración propia mediante el uso de Google Earth y Mapollage.



Figura 14.4: Imagen satelital de la localidad de Moquehue, con fotografías georreferenciadas. Fuente: Elaboración propia mediante el uso de Google Earth y Mapollage.



Figura 14.3: Imagen satelital del ejido de Aluminé, con fotografías georreferenciadas. Fuente: Elaboración propia mediante el uso de Google Earth y Mapollage.



Figura 14.6: Acceso norte a la localidad de Aluminé, por la RP 23. Fuente: Producción propia.



Figura 14.5: Acceso sur a la localidad de Aluminé, por la RP 23. Fuente: Producción propia.



Figura 14.8: Calle pavimentada en Aluminé. Se aprecian las variaciones de altura en la topografía. Fuente: Producción propia.



Figura 14.7: Calle consolidada en Aluminé. Fuente: Producción propia.



Figura 14.10: Ingreso a la planta de clasificación de residuos de Aluminé. Fuente: Producción propia.



Figura 14.9: Fardos de materiales acopiados para su posterior venta, en la planta de clasificación de residuos de Aluminé. Fuente: Producción propia.



Figura 14.12: Prensas enfardadoras vertical ((izquierda) y horizontal (derecha) de la planta de clasificación de residuos de Aluminé. Fuente: Producción propia.



Figura 14.11: Trituradora multimaterial de cuchillas de la planta de clasificación de residuos de Aluminé. Fuente: Producción propia.



Figura 14.14: Acceso oeste a la localidad de Villa Pehuénia, por la RP 13. Fuente: Producción propia.



Figura 14.13: RP 13, saliendo de la localidad de Villa Pehuénia hacia el este. Fuente: Producción propia.



Figura 14.16: Zona comercial de Villa Pehuenia. Fuente: Producción propia.



Figura 14.15: Oficina de turismo de Villa Pehuenia-Moquehue, sobre la RP 13. Fuente: Producción propia.



Figura 14.18: Acceso norte a la localidad de Moquehue, por la RP 11. Fuente: Producción propia.



Figura 14.17: Construcciones típicas en Moquehue. Fuente: Producción propia.



Figura 14.20: RP 23, desde Villa Pehuenia hacia Aluminé. Fuente: Producción propia.



Figura 14.19: Desviación hacia la frontera internacional con Chile (Paso Icalma), al oeste de la localidad de Villa Pehuenia. Fuente: Producción propia.



Figura 14.22: Ingreso al vivero provincial Luis Alberto Puel, ubicado al oeste de la localidad de Villa Pehuenia. Fuente: Producción propia.



Figura 14.21: Paseo costero sobre el lago Aluminé, en la localidad de Villa Pehuenia. Fuente: Producción propia.



Figura 14.24: Entrada al Parque Nacional Lanín – Área Rucachoroi, por la RP 18. Fuente: Producción propia.



Figura 14.23: Cartel que indica el trabajo de la Corporación Interstadual Pulmarí con las comunidades locales, en el territorio de la Corporación. Fuente: Producción propia.



Figura 14.26: Acceso a Ñorquinco, por la RP 11. Fuente: Producción propia.



Figura 14.25: Ingreso al Ecocamping de Ñorquinco. Fuente: Producción propia.



Figura 14.28: Visita y recorrido por las obras que se realizan en el basural a cielo abierto de Aluminé. Fuente: Producción propia.



Figura 14.27: Recorrido por el basural a cielo abierto de Villa Pehuenia-Moquehue. Se observan, entre otras cosas, vehículos incendiados. Fuente: Producción propia.



Figura 14.30: Confitería del Parque de Nieve y Área Recreativa Batea Mahuida. Fuente: Producción propia.



Figura 14.29: Área de las 5 Lagunas. Fuente: Producción propia.



Figura 14.32: Costa rocosa del lago Aluminé, en la península de la localidad de Villa Pehuenia. Fuente: Producción propia.



Figura 14.31: Costa del lago Ñorquinco, en el Ecocamping Ñorquinco. Fuente: Producción propia.

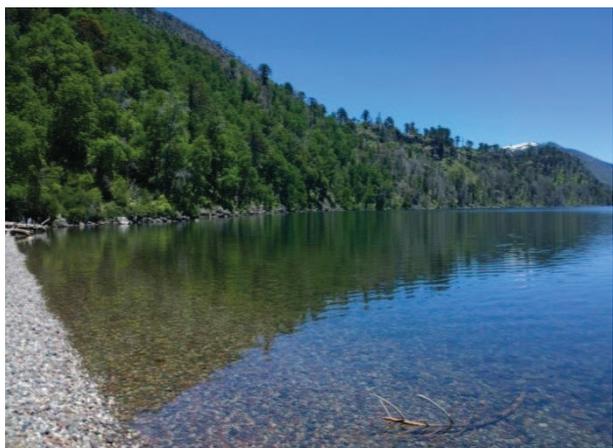


Figura 14.34: Costa del lago Ñorquinco, en un sendero del Parque Nacional Lanín. Fuente: Producción propia.



Figura 14.33: Reserva Natural municipal de Villa Pehuenia-Moquehue, sobre la RP 13. Fuente: Producción propia.



Figura 14.36: Laguna del Batea Mahuida. Fuente: Producción propia.



Figura 14.35: Ingreso al Parque Nacional Lanín y acceso al lago Rucachoroi, por la RP 18. Fuente: Producción propia.



Figura 14.38: Río Aluminé, junto a la RP 23, entre Villa Pehuenia-Moquehue y Aluminé. Fuente: Producción propia.



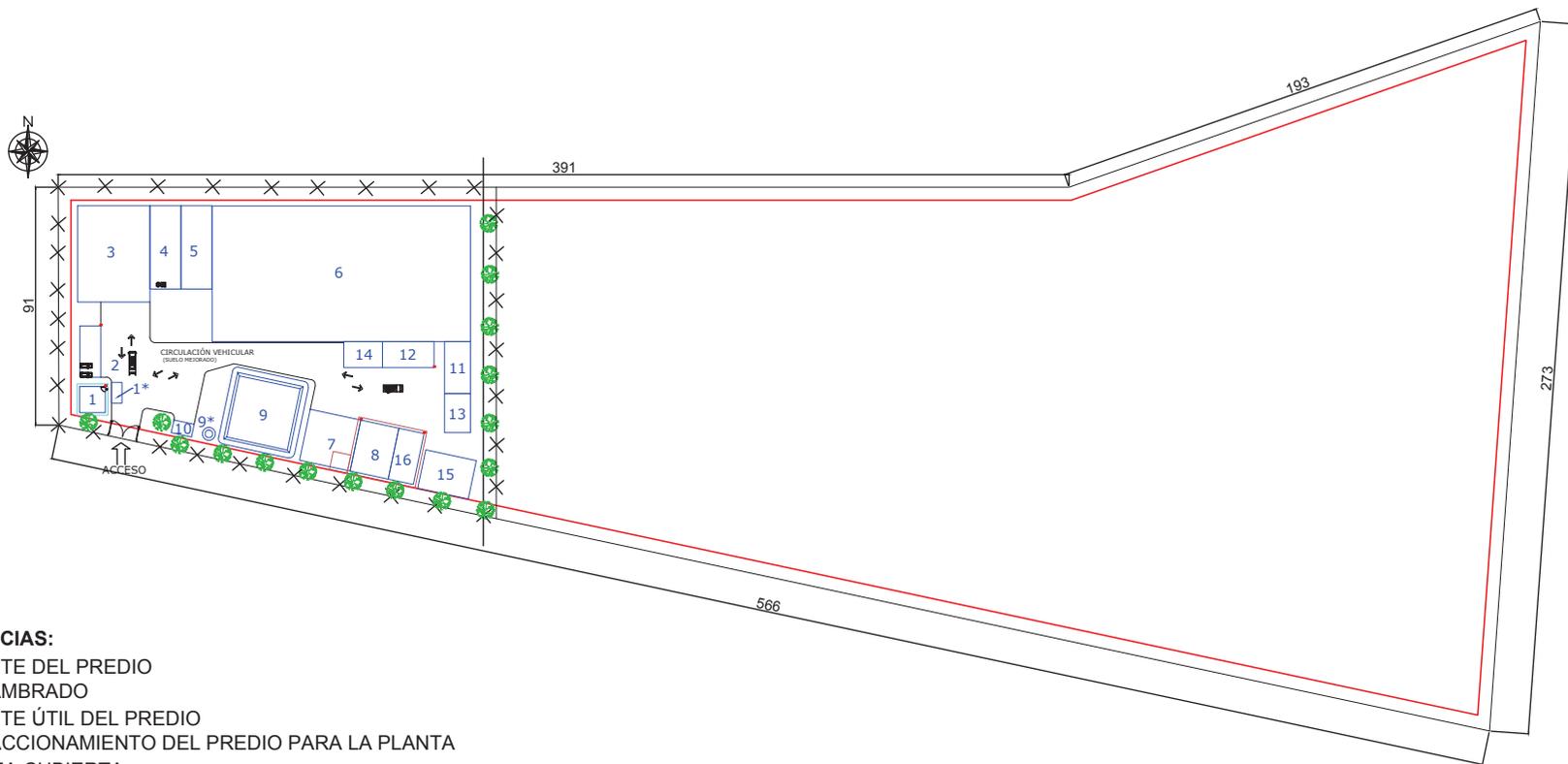
Figura 14.37: Río La Angostura, de sólo 500 m de longitud, que conduce las aguas del lago Moquehue al lago Aluminé. Fuente: Producción propia.



Figura 14.39. Vista panorámica de los lagos Aluminé (izquierda) y Moquehue (derecha), desde mirador norte.
Fuente: Producción propia.

14.3. Anexo III: Planos

A continuación se adjuntan los planos confeccionados, correspondientes a las Plantas de Compost y Restos de Poda de Aluminé y Villa Pehuenia-Moquehue, la Planta de Clasificación y el Relleno Sanitario.

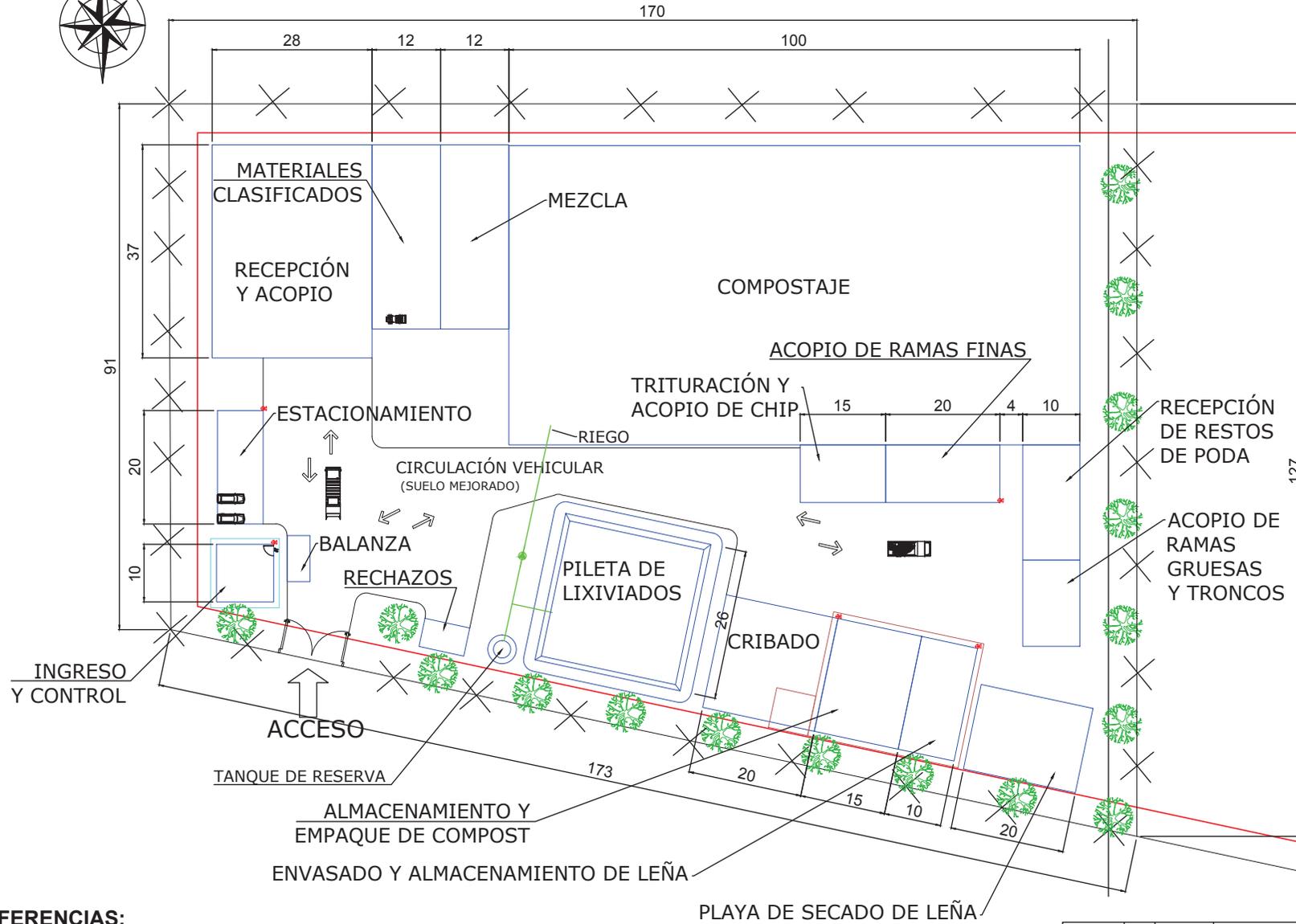


REFERENCIAS:

- LÍMITE DEL PREDIO
- ×× ALAMBRADO
- LÍMITE ÚTIL DEL PREDIO
- FRACCIONAMIENTO DEL PREDIO PARA LA PLANTA
- ÁREA CUBIERTA
- ÁREA SEMICUBIERTA
- SECTORES DE LA PLANTA
- ⊗ MATAFUEGOS

- 1 - CASETA DE INGRESO Y CONTROL
- 1* - BALANZA (recomendable)
- 2 - ESTACIONAMIENTO/PLAYA DE MANIOBRAS
- 3 - RECEPCIÓN Y ACOPIO
- 4 - MATERIALES CLASIFICADOS
- 5 - MEZCLA
- 6 - COMPOSTAJE
- 7 - CRIBADO
- 8 - ALMACENAMIENTO Y EMPAQUE DE COMPOST
- 9 - PILETA DE LIXIVIADOS
- 9* - TANQUE DE RESERVA PARA RIEGO
- 10 - RECHAZOS
- 11 - RECEPCION DE RESTOS DE PODA
- 12 - ACOPIO DE RAMAS FINAS
- 13 - ACOPIO DE RAMAS GRUESAS Y TRONCOS
- 14 - TRITURACIÓN Y ACOPIO DE CHIP
- 15 - PLAYA DE SECADO
- 16 - ENVASADO Y ALMACENAMIENTO DE LEÑA

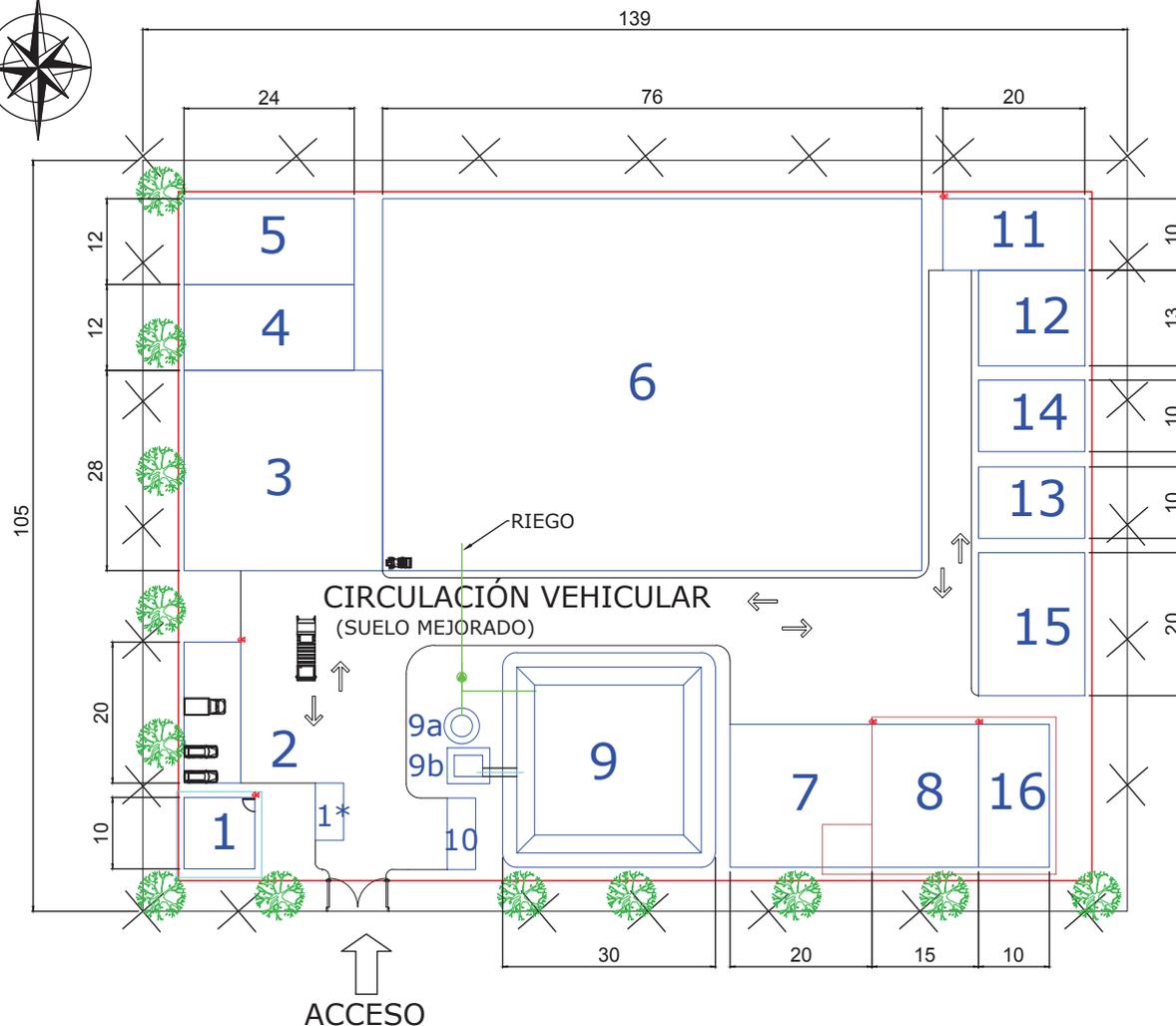
Dibujo:	Fecha	Nombre	Gestión Integral de Residuos en Aluminé y Villa Pehuenia-Moquehue, provincia de Neuquén	 UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN 3iA <small>INSTITUTO DE INVESTIGACION EN INGENIERÍA AMBIENTAL</small>
Reviso:				
Aprobó:				
Escala:	1:2000		Planta de Compost y Restos de Poda de Aluminé – predio disponible completo	Alumno:
Plano N°:	PCyRP1a			Mauricio G. Diaz
			Carrera:	Ingeniería Ambiental



REFERENCIAS:

- LÍMITE DEL PREDIO
- ✕✕ ALAMBRADO
- LÍMITE ÚTIL DEL PREDIO
- ÁREA CUBIERTA
- ÁREA SEMICUBIERTA
- SECTORES DE LA PLANTA
- ⊗ MATAFUEGOS

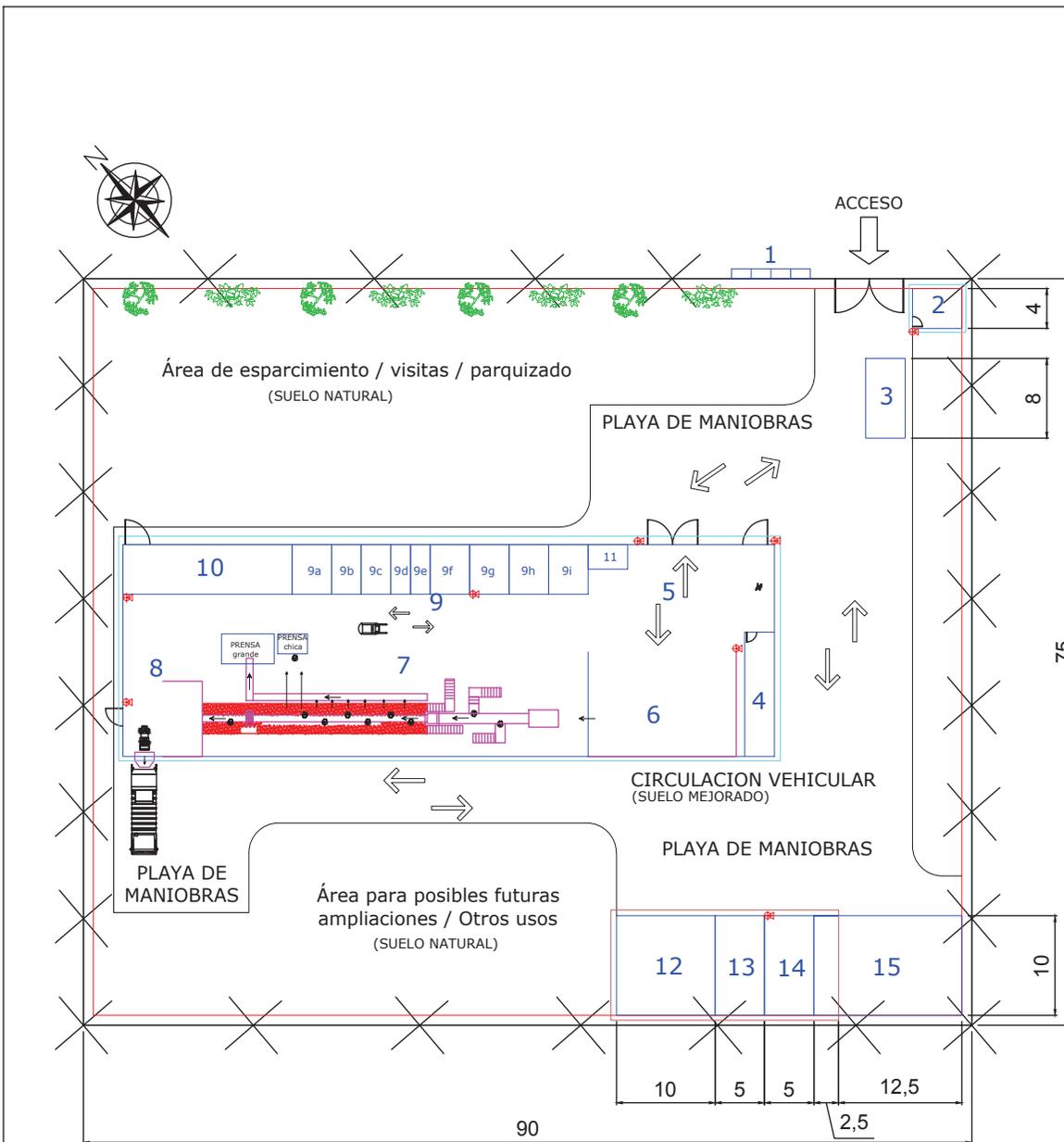
Dibujo:	Fecha:	Nombre:	Gestión Integral de Residuos en Aluminé y Villa Pehuenia—Moquehue, provincia de Neuquén	 UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN 
Revisó:				
Aprobó:				
Escala:	1:750		Planta de Compost y Restos de Poda de Aluminé	Alumno:
Plano N°:	PCyRP1b			Mauricio G. Diaz
				Carrera:
				Ingeniería Ambiental



REFERENCIAS:

- LÍMITE DEL PREDIO
- ×× ALAMBRADO
- LÍMITE ÚTIL DEL PREDIO
- ÁREA CUBIERTA
- ÁREA SEMICUBIERTA
- SECTORES DE LA PLANTA
- ⊠ MATAFUEGOS
- 1 - CASETA DE INGRESO Y CONTROL
- 1* - BALANZA (recomendable)
- 2 - ESTACIONAMIENTO/PLAYA DE MANIOBRAS
- 3 - RECEPCIÓN Y ACOPIO
- 4 - MATERIALES CLASIFICADOS
- 5 - MEZCLA
- 6 - COMPOSTAJE
- 7 - CRIBADO
- 8 - ALMACENAMIENTO Y EMPAQUE DE COMPOST
- 9 - PILETA DE LIXIVIADOS
- 9a - TANQUE DE RESERVA PARA RIEGO
- 9b - PILETA DE CONTENCIÓN
- 10 - RECHAZOS
- 11 - RECEPCION DE RESTOS DE PODA
- 12 - ACOPIO DE RAMAS FINAS
- 13 - ACOPIO DE RAMAS GRUESAS Y TRONCOS
- 14 - TRITURACIÓN Y ACOPIO DE CHIP
- 15 - PLAYA DE SECADO
- 16 - ENVASADO Y ALMACENAMIENTO DE LEÑA

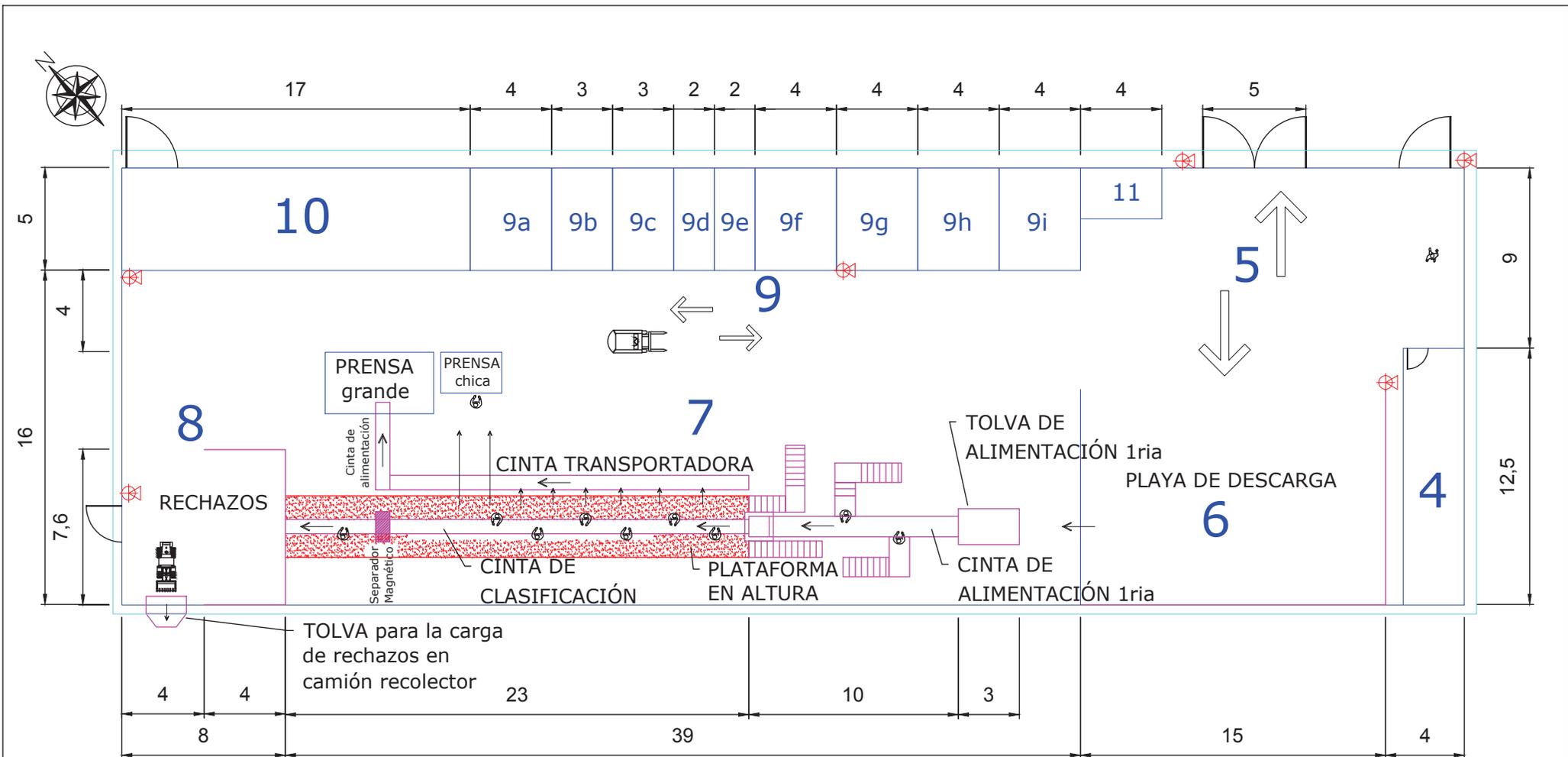
Dibujo:	Fecha:	Nombre:	Gestión Integral de Residuos en Aluminé y Villa Pehuenia-Moquehue, provincia de Neuquén	 UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
Reviso:				
Aprobó:				
Escala:	1:750		Planta de Compost y Restos de Poda de Villa Pehuenia-Moquehue	 3iA <small>INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN E INGENIERÍA AMBIENTAL</small>
Plano N°:	PCyRP2			
Alumno:				
Carrera:			Ingeniería Ambiental	



REFERENCIAS:

- LÍMITE DEL PREDIO
- ×× ALAMBRADO
- LÍMITE ÚTIL DEL PREDIO
- ÁREA CUBIERTA
- ÁREA SEMICUBIERTA
- EQUIPOS - ESTRUCTURAS
- SECTORES DE LA PLANTA
- ⊠ MATAFUEGOS
- 1- CONTENEDORES
- 2- INGRESO Y CONTROL
- 3- BALANZA
- 4- BAÑOS - VESTUARIOS - COCINA
- 5- PLAYA DE MANIOBRAS
- 6- PLAYA DE DESCARGA Y ALMACENAMIENTO
- 7- CLASIFICACIÓN Y ACONDICIONAMIENTO DE MATERIALES
- 8- GESTIÓN DE RECHAZOS
- 9- ALMACENAMIENTO DE MATERIALES CLASIFICADOS
- 9a- BOX vidrio
- 9b- BOX tetra-brik y polipropileno
- 9c- BOX metales varios
- 9d- BOX papel blanco - PET aceite
- 9e- BOX acero y aluminio
- 9f- BOX cartón
- 9g- BOX papel mezclado
- 9h- BOX textiles
- 9i- BOX plásticos PET - PEAD - polietileno
- 10- TALLER DE APROVECHAMIENTO DE MATERIALES
- 11- ALMACENAMIENTO DE AVU - PILAS - BATERÍAS - ILUMINACIÓN
- 12- ALMACENAMIENTO/RECUPERACIÓN DE RAEes
- 13- ALMACENAMIENTO/RECUPERACIÓN DE VOLUMINOSOS
- 14- ALMACENAMIENTO/RECUPERACIÓN DE NFU
- 15- TRATAMIENTO/ALMACENAMIENTO DE ÁRIDOS

Dibujo:	Fecha:	Nombre:	Gestión Integral de Residuos en Aluminé y Villa Pehuenia-Moquehue, provincia de Neuquén	 UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN 3iA <small>INSTITUTO DE INVESTIGACION EN INGENIERÍA AMBIENTAL</small>
Reviso:				
Aprobó:				
Escala:	1:500			Alumno: Mauricio G. Diaz
Plano N°:	PCa			Carrera: Ingeniería Ambiental
Planta de Clasificación - Predio completo				



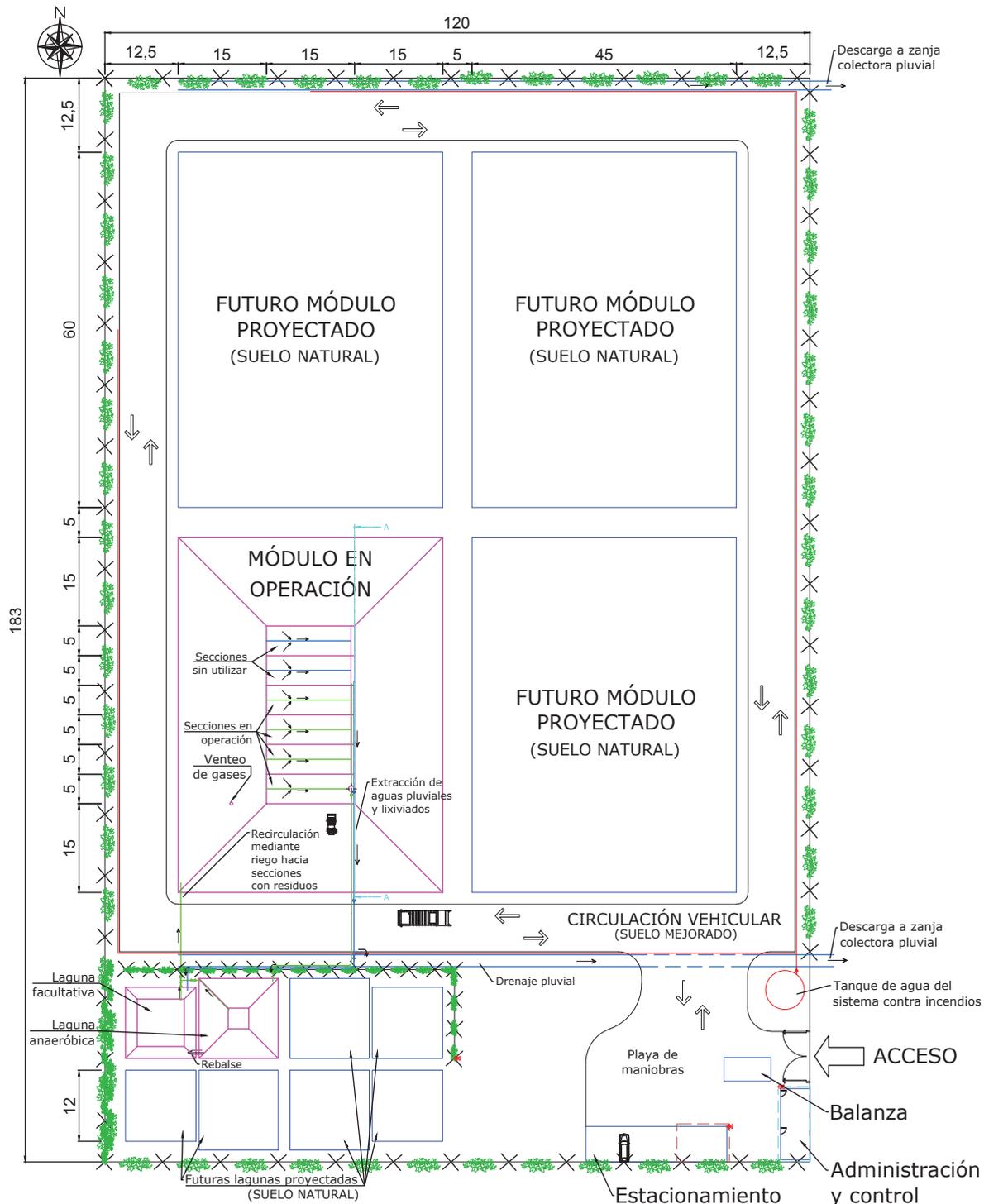
REFERENCIAS:

- ÁREA CUBIERTA
- EQUIPOS - ESTRUCTURAS
- SECTORES DE LA PLANTA
- ⊗ MATAFUEGOS

- 4- BAÑOS - VESTUARIOS - COCINA
- 5- PLAYA DE MANIOBRAS
- 6- PLAYA DE DESCARGA Y ALMACENAMIENTO
- 7- CLASIFICACIÓN Y ACONDICIONAMIENTO DE MATERIALES
- 8- GESTIÓN DE RECHAZOS
- 9- ALMACENAMIENTO DE MATERIALES CLASIFICADOS

- 9a- BOX vidrio
- 9b- BOX tetra-brik y polipropileno
- 9c- BOX metales varios
- 9d- BOX papel blanco - PET aceite
- 9e- BOX acero y aluminio
- 9f- BOX cartón
- 9g- BOX papel mezclado
- 9h- BOX textiles
- 9i- BOX plásticos PET - PEAD - polietileno
- 10- TALLER DE APROVECHAMIENTO DE MATERIALES
- 11- ALMACENAMIENTO DE AVU - PILAS - BATERÍAS - ILUMINACIÓN

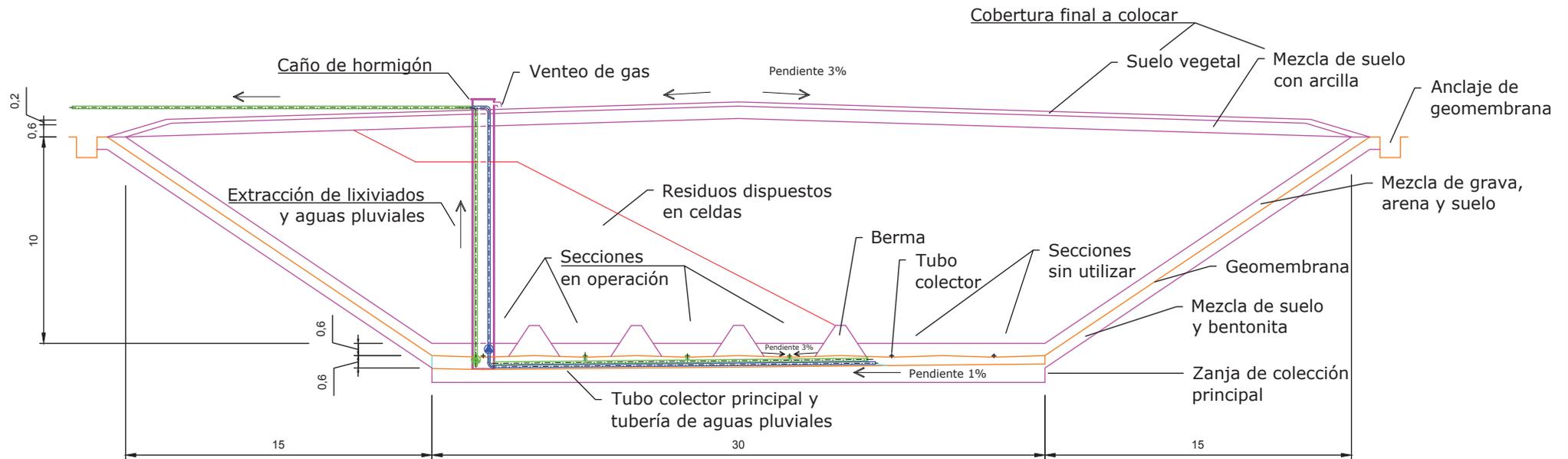
Dibujo:	Fecha:	Nombre:	Gestión Integral de Residuos en Aluminé y Villa Pehuenia-Moquehue, provincia de Neuquén	 UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN 3iA <small>INSTITUTO DE INVESTIGACION EN INGENIERÍA AMBIENTAL</small>
Revisó:				
Aprobó:				
Escala:	1:200			
Plano N°:	PCb		Planta de Clasificación - Edificio principal	Alumno: Mauricio G. Díaz Carrera: Ingeniería Ambiental



REFERENCIAS:

- LÍMITE DEL PREDIO
- ×× ALAMBRADO
- - - - - ÁREA CUBIERTA
- - - - - ÁREA SEMICUBIERTA
- ESTRUCTURAS
- SECTORES DE LA PLANTA
- AGUAS PLUVIALES
- LIXIVIADOS
- SISTEMA CONTRA INCENDIOS MATAFUEGOS

Dibujo:	Fecha:	Nombre:	Gestión Integral de Residuos en Aluminé y Villa Pehuenia-Moquehue, provincia de Neuquén	 UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN 3iA <small>INSTITUTO DE INVESTIGACION EN INGENIERÍA AMBIENTAL</small>
Reviso:				
Aprobó:				
Escala:	1:750		Relleno Sanitario – Vista en Planta	Alumno: Mauricio G. Díaz
Plano N°:	RSa			Carrera: Ingeniería Ambiental



REFERENCIAS:

- ESTRUCTURAS - CAPAS DE MATERIALES
- TUBERÍAS DE AGUAS PLUVIALES
- TUBERÍAS DE LIXIVIADOS
- GEOMEMBRANA
- TALUD DE CELDAS DE RESIDUOS

Dibujo:	Fecha	Nombre	Gestión Integral de Residuos en Aluminé y Villa Pehuenia-Moquehue, provincia de Neuquén	 UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN 3iA <small>INSTITUTO DE INVESTIGACION EN INGENIERÍA AMBIENTAL</small>
Revisó:				
Aprobó:				
Escala:	1:200		Relleno Sanitario Vista Lateral de módulo en operación Corte A-A	Alumno:
Plano N°:	RSb			Mauricio G. Diaz
				Carrera: Ingeniería Ambiental