Gobierno Autónomo Departamental Santa Cruz

DESPACHO DEL VICEGOBERNADOR DE SANTA CRUZ

INSTANCIA DEPARTAMENTAL DE ASUNTOS METROPOLITANOS



ALTERNATIVAS DE DESARROLLO ECONÓMICO BASADO EN GESTIÓN DE RESIDUOS SOLIDOS

DESPACHO DEL VICEGOBERNADOR DEL DEPARTAMENTO DE SANTA CRUZ

CONSULTORÍA ESTUDIO DE ALTERNATIVAS DE DESARROLLO ECONÓMICO BASADO EN GESTIÓN DE RESIDUOS SOLIDOS DVG PFSCM

INFORME TÉCNICO PRODUCTO FINAL

ELABORADO POR:

SANTA CRUZ – BOLIVIA

- **Índice de contenido:**

RESUMEN EJECUTIVO..... 10
1. PLAN DE TRABAJO.....5
1.1. Desarrollo estratégico.....5
1.2. Cronograma de Actividades..... 9
2. TENDENCIAS GLOBALES DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS.....10
2.1. Análisis comparativo de reciclaje y reutilización..... 11
2.2. Estrategias comúnmente implementadas para el uso y tratamiento de los residuos..... 14
2.3. Estado de la valorización de residuos de origen residencial en grandes centros urbanos (GCU) de América Latina..... 15
2.4. Tecnologías para el aprovechamiento y valorización de residuos sólidos..... 21
2.4.1. Tratamientos Mecánicos.....21
2.4.1. Tratamientos biológicos.....27
2.4.2. Tipos de Tecnologías Anaeróbicas.....31
2.4.3. Tratamiento Mecánico Biológico (TMB).....32
2.4.4. Tecnologías Disponibles para el Aprovechamiento Energético de Residuos.....37
2.5. Empleos verdes en el sector reciclaje..... 41
2.5.1. Enfoque para la generación de empleos verdes..... 41
2.5.2. Características del empleo en Bolivia.....43
2.5.3. Empleo directo en el reciclaje a nivel Latinoamérica.....45
2.5.4. Características sociales del empleo del reciclaje..... 47
2.6. Factores de compromiso social de la GIRS a la RMSC.....49
2.7. Teoría de cambio para la GIRS de la RMSC.....50
3. ANÁLISIS DE LA GIRS EN LA REGIÓN METROPOLITANA DE SANTA CRUZ..... 59
3.1. Diagnóstico de la gestión de residuos.....59
3.2. Producción de RSU en los municipios de la RMSC..... 61
3.3. Potencial de aprovechamiento de Residuos en la Región Metropolitana..... 63
3.4. Localización de estaciones de transferencia.....80
3.5. Diagnóstico situacional de capacidades estrategias..... 85
3.6. Principales problemas identificados dentro de la GIRS en la Región Metropolitana.....90
3.7. Máxima separación en origen (domiciliaria, comercial e industrial)..... 104
3.8. Recolección bajo responsabilidad municipal, con participación de los recicladores.... 107
3.9. Remisión a plantas de clasificación o centros de preclasificación..... 108
4. ANÁLISIS DE LA NORMATIVA Y MODELOS DE GOBERNANZA.....111
4.1. Marco normativo.....111
4.2. Desarrollo de modelos de gobernanza metropolitana..... 130
4.2.1. Análisis de Coordinación Intergubernamental..... 140
4.2.2. Propuesta para mejorar la gobernanza en GIRS para la RMSC..... 146

4.2.3. Características Institucionales para la Gobernanza de la GIRS en la RMSC..... 150
4.2.4. Visión institucional y funcional de la GIRS en la RMSC..... 152
4.4. Compatibilidad con las Estrategias Departamental y Nacional de Cambio Climático.. 157
4.5. Coordinación interinstitucional con la sociedad civil..... 159
5. ALTERNATIVAS DE APROVECHAMIENTO ECONÓMICO..... 174
5.1. Manejo y aprovechamiento de residuos orgánicos..... 179
5.2. Aprovechamiento energético de los residuos sólidos..... 183
5.3. Reciclaje de los residuos eléctricos, electrónicos..... 186
5.4. Reciclaje de llantas..... 187
5.5.Reciclaje de otros materiales (Metales, plásticos, papeles y cartón)..... 189
5.6. Modelos Económicos de Valorización de RSU..... 191
5.7. Factores limitantes para la implementación de nuevas tecnologías..... 200
5.8. Apoyo para mejorar la organización de los recicladores..... 203
6. POTENCIAL ECONÓMICO Y METODOLOGÍA..... 206
6.1. Potencial económico en RMSC..... 206
6.2. Metodología para el Análisis de Viabilidad de Proyectos..... 208
7. EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS..... 213
7.1. Tratamiento mecánico biológico.-..... 214
7.2. Tratamiento biológico- Digestión Anaerobia.-..... 216
7.3. Tratamiento Biológico Compostaje.-..... 219
7.4. Tratamiento Biológico- Térmico intensivo..... 221
7.5. Tratamiento Térmico.-..... 223
7.6. Tratamiento en hornos cementeros..... 226
7.7. Tratamiento y valorización de Biogás.-..... 228
7.8. Manejo de aparatos electricos y electronicos (RAEE)..... 230
8. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS SELECCIONADAS:TRATAMIENTO MECÁNICO BIOLÓGICO MBT..... 233
8.1. Análisis económico de alternativa MBT..... 233
8.1.1. Costos de inversión inicial..... 234
8.1.2. Costos de operación y mantenimiento..... 235
8.1.3. Análisis costo beneficio..... 235
8.1.4. Análisis de sensibilidad..... 236
8.1.5. Cantidad de dinero generado..... 237
8.1.6. Análisis de tiempo de recuperación de inversión..... 237
8.1.7. Analisis de compra venta de residuos aprovechables..... 239
8.1.8. Cantidad de empleos generados por alternativa 1..... 239
8.2. Volumen actual y proyectado de residuos..... 241
8.3. Análisis de propiedades y características de materiales..... 242
8.4. Procesos de la planta MBT..... 243
8.5. Análisis social de separación mecánica biológica..... 245
8.6. Análisis ambiental de alternativa MBT..... 246

9. ESTUDIO DE ALTERNATIVA SELECCIONADA 2 : COMPOSTAJE..... 254
9.1. Análisis económico..... 254
9.1.1. Costos de inversión inicial:..... 254
9.1.2. Costos de operación y mantenimiento..... 254
9.1.3. Análisis costo beneficio..... 255
9.1.4. Análisis de sensibilidad..... 256
9.1.5. Cantidad de dinero generado..... 256
9.1.6. Análisis de tiempo de recuperación de inversión..... 257
9.1.7. Análisis de compra venta de residuos aprovechables..... 258
9.1.8. Cantidad de empleos generados..... 259
9.2. Volumen actual y proyectado de residuos..... 261
9.3. Análisis de propiedades y características de materiales..... 262
9.4. Identificación de procesos planta compostaje..... 264
9.5. Análisis social de alternativa compostaje..... 267
9.6. Análisis ambiental..... 268
9.7. Análisis multicriterio de alternativas seleccionadas..... 275
9.7.1. Ahorro por costos de lixiviados..... 275
9.7.2. Potencial de ingresos por Gases de efecto invernadero (GEI)..... 276
8.7.3. Potencial de ahorro por material de cobertura..... 279
8.7. Mecanismos de financiamiento..... 280
8.8. Modelos de negocio más recomendables..... 286
CONCLUSIONES..... 289
RECOMENDACIONES..... 293
BIBLIOGRAFÍA..... 294
ANEXOS:..... 300

• Índice de cuadros:

Cuadro No. 1. Alcance de trabajo..... 5
Cuadro No. 2: Diferencias entre reutilización y reciclaje desde el punto de vista económico..... 12
Cuadro No. 3: Diferencias entre reutilización y reciclaje desde el punto de vista técnico..... 13
Cuadro No. 4: Centros Urbanos Referentes de Valorización..... 16
Cuadro No. 5: Características de los Sistemas de Valorización de Biorresiduos de Origen Residencial en los Grandes Centros Urbanos referentes de América Latina y el Caribe.. 18
Cuadro No. 6: Bolivia - Urbana..... 43
Cuadro No. 7: Tasa de desocupación por país periodo 4T 2021 -4T 2022..... 45
Cuadro No. 8: Teoría de Cambio para la GIRS en la RMSC..... 52
Cuadro No. 9: Composición de los Residuos Sólidos en Fuentes Domiciliarias por municipios..... 61
Cuadro No. 10: Porcentajes de Aprovechamiento por municipio en la RMSC..... 63
Cuadro No. 11: Cantidad anual de residuos con posibilidad de aprovechamiento en municipios

de la región metropolitana..... 63
Cuadro No. 12: Cantidad Anual de Residuos con Posibilidad de Aprovechamiento por características.....66
Cuadro No. 13: Etapas de la Gestión Operativa consideradas en los municipios de la región metropolitana.....67
Cuadro No. 14: Porcentaje de cobertura del Servicio de Recolección y Transporte en la RMSC.. 69
Cuadro No. 15: Cantidad de residuos recolectados en la RMSC de fuentes domiciliarias.....69
Cuadro No. 16: Datos de población en la Región Metropolitana de Santa Cruz..... 70
Cuadro No. 17: Cantidad de residuos sólidos domiciliarios proyectados por municipio en la región metropolitana.....73
Cuadro No. 18: Cantidad de residuos sólidos domiciliarios proyectados para la región metropolitana.....78
Cuadro No. 19: Sitios de Disposición Final de Residuos en la RMSC.....82
Cuadro No. 20: Cantidad de residuos depositados en los Sitios de Disposición Final de Residuos.....83
Cuadro No. 21: Actividades e infraestructura con fines de recuperación y aprovechamiento de residuos..... 85
Cuadro No. 22: Cobertura de los servicios de aseo urbano en los municipios de la región metropolitana.....90
Cuadro No. 23: Situación de los sitios de disposición final en los municipios de la región metropolitana.....91
Cuadro No. 24: Capacidad institucional para la GIRS en los municipios de la región Metropolitana Santa Cruz de Sierra..... 93
Cuadro No. 25: Escenario de los municipios de la RMSC en la GIRS.....101
Cuadro No. 26: Recomendaciones para la GIRS según el contexto y escenario municipal..... 103
Cuadro No. 27: Proyección de generación de residuos domiciliaria y máxima cantidad de residuos domiciliarios aprovechables en la RMSC.....105
Cuadro No. 28: Proyección de generación por tipo de residuos aprovechables en fuente domiciliaria en la RMSC..... 106
Cuadro No. 29: Centros de acopio..... 108
Cuadro No. 30: Gestión de Residuos y Desechos Sólidos por Municipios..... 126
Cuadro No. 31: Matriz de cumplimiento de principios de Gobernanza en GIRS..... 136
Cuadro No. 32: Matriz de cumplimiento de recomendaciones para una buena Gobernanza de la GIRS - RMSC..... 138
Cuadro No. 33: Identificación Estratégica del Conflicto entre segmentos de actores de la GIRS - RMSC.....142
Cuadro No. 34: Identificación Problemas y Desafíos de la GIRS Multinivel.....150
Cuadro No. 35: Matriz Comparativa de Políticas y Lineamientos de los PTDI - RMSC.....152
Cuadro No. 36: Articulación GIRS - RMSC a NDC..... 157
Cuadro No. 37: Posibles Compromisos GIRS - RMSC a NDC..... 158
Cuadro No. 38: Identificación de posibles Roles y Responsabilidades.....162
Cuadro No. 39: Mapa de Actores de la GIRS para la RMSC.....165
Cuadro No. 40: Matriz "Poder - Interés" actores de la GIRS.....168

Cuadro No. 41: Ranking de valorización de residuos ordenados por viabilidad..... 177
Cuadro No. 42: Alternativas viables de aprovechamiento y valorización de residuos sólidos en Sudamérica.....177
Cuadro No. 43: Acciones de aprovechamiento de residuos orgánicos por municipios.....181
Cuadro No. 44: Cantidad de materiales reciclables comercializados de forma mensual, en el Municipio de Santa Cruz de la Sierra..... 189
Cuadro No. 45: Modelos económicos de valorización de RSU..... 192
Cuadro No. 44: Oferta de materiales reciclables en la RMSC..... 196
Cuadro No. 46: Precio promedio en kilogramos en Bolivianos según el tipo de residuo..... 198
Cuadro No. 47: Exportaciones de materiales reciclables aprovechables 2022..... 199
Cuadro No. 48: Creación de puestos de trabajo en función del sistema de tratamiento de residuos por cada 100.000 tn de residuos por año..... 200
Cuadro No. 49: Potencial económico en la RMSC.....206
Cuadro No. 50: Costos incurridos por no valorizar RSU en la RMSC.....207
Cuadro No. 51: Costos incurridos por no implementar planta MBT..... 207
Cuadro No. 52: Descripción de variables utilizadas para comparar alternativas..... 210
Cuadro No. 53: Alternativas de valorización ordenadas por etapas de implementación..... 214
Cuadro No. 54: Ficha técnica: Tratamiento Mecánico Biológico.....214
Cuadro No. 55: Ficha técnica- Tratamiento Biológico Digestión anaerobia..... 217
Cuadro No. 56. Ficha técnica- Tratamiento Biológico Compostaje.....219
Cuadro No. 57 Ficha técnica- Tratamiento térmico intensivo.....221
Cuadro No. 58: Ficha técnica- Tratamiento térmico.....224
Cuadro No. 59 Ficha técnica- Tratamiento en hornos cementeros (coprocesamiento)..... 226
Cuadro No. 60: Ficha técnica- Tratamiento y valorización de Biogás.....229
Cuadro No. 61: Ficha técnica- Manejo de Aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE)..... 231
Cuadro No. 62: Costos de inversión proyectados para planta MBT.....234
Cuadro No. 63: Costos de operación y mantenimiento proyectados para planta MBT.....235
Cuadro No. 64: Cálculo de valor actual neto del proyecto..... 236
Cuadro No. 65: Cantidad de dinero generado por planta de separación mecánica biológica.. 237
Cuadro No. 66: Estimación de tiempo de recuperación de inversión.....239
Cuadro No. 67: Cantidad de residuos procesados y productos esperados..... 242
Cuadro No. 68: Evaluación de Impactos Ambientales - Planta de Tratamiento Mecánico Biológico..... 250
Cuadro No. 69: Costos de inversión proyectados para planta compostaje.....255
Cuadro No. 70: Costos de operación y mantenimiento proyectados para planta compostaje.256
Cuadro No. 71: Cálculo de valor actual neto de alternativa 2..... 256
Cuadro No. 72: Cantidad de generación monetaria por planta de compostaje.....258
Cuadro No. 73: Estimación de tiempo de recuperacion de inversion.....259
Cuadro No. 74: Cantidad de residuos procesados en la planta de tratamiento biológico.....262
Cuadro No. 75: Parámetros de compostaje..... 265
Cuadro No. 76: Operaciones en una planta de compostaje.....266
Cuadro No. 77: Evaluación de Impactos Ambientales - Planta de Compostaje.....270

Cuadro No. 78: Costo de ahorro por lixiviados....276
Cuadro No. 79: Potencial de ingresos por GEI....277
Cuadro No. 80: Requisitos para emitir bonos de carbono en mercado regulado....279
Cuadro No. 81: Potencial de ahorro por material de cobertura....280
Cuadro No. 82: Alternativas de financiamiento de proyectos de Residuos sólidos.... 283
Cuadro No. 83: Comparativa financiamiento sostenible vs comercial....286
Cuadro No. 84: Modelo de negocio para alternativas planta MBT....287
Cuadro No. 85: Modelo de negocio para planta de compostaje de residuos orgánicos.... 288

• Índice de gráficos:

Gráfico No. 1: Generación de residuos sólidos urbanos en América Latina y el Caribe (kg/hab.-día).... 20
Gráfico No. 2: Disposición final de residuos sólidos en América Latina y el Caribe....21
Gráfico No. 3: Diagrama de Flujo de Reciclaje y Reuso.... 22
Gráfico No. 4: Proceso de producción de Biogás....32
Gráfico No. 5: Alternativas de TMB de RSU mezclados.... 36
Gráfico No. 6: Proceso genérico del flujo del TMB para la generación de CDR.... 39
Gráfico No. 7: Bolivia - Urbana....44
Gráfico No. 8: Aspectos conceptuales de la teoría de cambio para la GIRS en la Región Metropolitana de Santa Cruz....51
Gráfico No. 9: Composición de los Residuos Sólidos - Región Metropolitana....62
Gráfico No. 10: Cantidad Anual de Residuos con Posibilidad de Aprovechamiento en la RMSC.. 65
Gráfico No. 11: Porcentaje de Residuos con Posibilidad de Aprovechamiento en la RMSC.....65
Gráfico No. 12: Datos de población y proyecciones de La Región Metropolitana de Santa Cruz.. 71
Gráfico No. 13: Porcentaje Poblacional de la Región Metropolitana de Santa Cruz....72
Gráfico No. 14: Esquema de competencias por actores públicos que intervienen en la gestión del servicio y el rol asignado:....112
Gráfico No. 15: Esquema Conceptual del Proceso de Coordinación Multinivel de la GIRS en Bolivia.... 141
Gráfico No.16 : Articulación GIRS - RMSC a ODS....156
Gráfico No. 17: Mapa de Actores en GIRS....162
Gráfico No. 18: Esquema Axial de Poder - Interés de Actores Clave GIRS....171
Gráfico No. 19: Análisis de prefactibilidad por etapa....175
Gráfico No. 20: Jerarquía de gestión de residuos.... 176
Gráfico No. 21: Nuevo modelo de Gestión Operativa.... 183
Gráfico No. 22: Negocios verdes identificados en el sector reciclaje.... 194
Gráfico No. 23: Principales razones que perciben negocios en reciclaje como limitantes para la comercialización de productos.... 195
Gráfico No. 24: Capacidad de producción o capacidad ociosa en empresas de reciclaje.....197

Gráfico No. 25: Metodología para el análisis de viabilidad de tecnologías para la valorización de residuos..... 208
Gráfico No. 26: Fases del ciclo de proyectos..... 212
Gráfico No. 27: Diagrama flujos de procesos de la Planta de Tratamiento Mecánica Biológica (MBT)..... 248
Gráfico No. 28: Diagrama flujos de procesos de la Planta de Compostaje..... 270
Gráfico No. 29: Proceso para la obtención de financiamiento externo..... 283

- **Índice de imágenes:**

Imagen No.1 : Trómel de separación o clasificación de residuos sólidos..... 24
Imagen No. 2: Sistema de separación de residuos por cambio eléctrico o magnético..... 25
Imagen No. 3: Cintas transportadoras de residuos sólidos..... 27
Imagen No. 4 : Compostaje en pilas..... 29
Imagen No.5 : Reactor de flujo vertical..... 30
Imagen No.6: Vermicompostaje..... 31
Imagen No. 7: Planta de Tratamiento Mecánico Biológico de Buenos Aires..... 36
Imagen No. 8: Vista satelital del sitio de disposición final de residuos de Santa Cruz de la Sierra 84
Imagen No. 9: Sitio de Disposición Final del municipio de Cotoca..... 84
Imagen No. 10: Sitio de Disposición Final del municipio de El Torno..... 84
Imagen No. 11: Recuperación y aprovechamiento de residuos sólidos..... 87
Imagen No. 12: Servicio de recolección diferenciada de residuos..... 87
Imagen No. 13: Centro de acopio de residuos aprovechables y especiales..... 87
Imagen No. 14: Planta piloto de elaboración de compost..... 88
Imagen No. 15: Planta de segregación y clasificación..... 88
Imagen No.16: Planta de Compostaje – Diseño Final..... 182
Imagen No. 17: Instalación para quema de biogás – Relleno Sanitario Normandía..... 185
Imagen No. 18: Área de almacenamiento de neumáticos fuera de uso..... 188

RESUMEN EJECUTIVO

GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA REGIÓN METROPOLITANA DE SANTA CRUZ

La Región Metropolitana de Santa Cruz (RMSC) se enfrenta al desafío de modernizar su gestión de residuos sólidos, una preocupación global que impacta directamente en la sostenibilidad ambiental y la calidad de vida de los ciudadanos.

La gestión actual de residuos sólidos en Bolivia, alineada con un modelo económico lineal (extraer, producir, desperdiciar), carece de una cultura sólida de reutilización y valorización, lo que conduce a prácticas insostenibles como los botaderos a cielo abierto. Estas prácticas inadecuadas no sólo generan contaminación local, sino que también trascienden fronteras municipales, afectando ecosistemas regionales y propagando enfermedades.

A pesar de los esfuerzos de Santa Cruz de la Sierra por mejorar la valorización de residuos, la región en su conjunto presenta deficiencias significativas en el tratamiento de residuos sólidos. La mayor parte de los desechos generados son de origen orgánico y presentan oportunidades de aprovechamiento. No obstante, la valorización se ve obstaculizada por la mezcla de residuos durante la recolección y transporte, lo que disminuye la calidad del material recogido y su utilidad como fertilizante orgánico, además de enfrentarse a la ausencia de un mercado demandante para estos productos y los altos costos de las tecnologías de tratamiento.

El análisis destaca que la separación de residuos en origen es un paso fundamental que conduce a ahorros significativos y beneficios ambientales. Tal práctica no solo mejora la eficiencia en la gestión de residuos, sino que también fomenta la economía circular mediante la creación de oportunidades económicas alrededor del reciclaje y la valorización.

En conclusión, es imperativo que la RMSC adopte una gestión integral y colaborativa de residuos, con políticas públicas robustas y la participación de todos los municipios, para superar los desafíos actuales y dirigirse hacia un modelo sostenible y económicamente viable de gestión de residuos sólidos.

GOBERNANZA Y TEORÍA DEL CAMBIO

El análisis del compromiso social en la Región Metropolitana de Santa Cruz (RMSC) en relación con la Gestión Integral de Residuos Sólidos (GIRS) pone de relieve la relevancia de este enfoque para las dimensiones del desarrollo sostenible de la región. Se enfatiza la necesidad de una perspectiva holística que integre retos económicos, sociales y ambientales, superando la fragmentación municipal y considerando los impactos a escala regional.

La Teoría de Cambio adoptada para la GIRS establece una hoja de ruta basada en la parametrización de los objetivos y los medios para lograr un impacto positivo a nivel

económico, social y ambiental. Económicamente, se busca la creación de empleos y el impulso de la economía circular. Socialmente, el enfoque está en mejorar la calidad de vida mediante la reducción de la contaminación y la creación de empleo. Ambientalmente, la protección del medio ambiente y la salud pública son prioridades, con especial énfasis en reducir los residuos enviados a vertederos y promover la economía circular.

Se propone un modelo de gobernanza para la GIRS en la RMSC basado en experiencias internacionales y centrado en principios de participación ciudadana, coordinación interinstitucional, visión a largo plazo, fomento de la reutilización/reciclaje y el uso de tecnologías avanzadas. Entre las medidas concretas, se sugiere la creación de un comité de gestión, sistemas de recolección eficientes, implementación tecnológica, educación ciudadana, incentivos para la separación de residuos y el reciclaje, fondos específicos para la gestión y un marco legal y regulatorio robusto.

El modelo actual de gobernanza requiere una mayor coordinación intermunicipal y un compromiso con la educación y la cultura de la gestión de residuos para alcanzar la integración de la GIRS en la RMSC. Además, se ha establecido una alineación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y otras iniciativas globales y locales para el cambio climático, reforzando el compromiso con las estrategias sostenibles.

Finalmente, a través de un estudio de campo que incluyó un cuestionario a los Gobiernos Autónomos Municipales de la RMSC, se identificaron desigualdades en la institucionalización de la GIRS entre los municipios y se propusieron ocho acciones para mejorar las capacidades institucionales, así como siete recomendaciones específicas para reforzar el modelo de gobernanza existente, asegurando su profundización y eficacia en la gestión de residuos en la región.

MARCO NORMATIVO INSUFICIENTE

En el Estado Plurinacional de Bolivia, se identifica una preocupante obsolescencia y falta de especificidad en la normativa existente respecto a la gestión integral de residuos sólidos. Las normas vigentes no reflejan las necesidades actuales y carecen de procedimientos detallados que consideren las particularidades regionales y municipales. Esta situación ha derivado en un manejo empírico y técnicamente deficiente del marco legal en materia de residuos, con una notable falta de homogeneidad en los procesos.

Se observa una carencia crítica de instrumentos técnicos a nivel municipal, lo que obliga a los profesionales del sector a depender de fuentes externas que no siempre son pertinentes al contexto nacional. La ausencia de metodologías y procedimientos normativos adecuados ha resultado en la adopción de prácticas empíricas y ha generado dificultades para la evaluación y comparación de procesos entre distintas jurisdicciones.

Para abordar estas deficiencias, se recomienda la creación de un grupo multidisciplinario que involucre a diferentes sectores municipales y departamentales, con el objetivo de establecer

lineamientos legales coherentes, actuales y alineados con los cambios socioeconómicos y políticos del país. Esto facilita la conformación de un marco regulatorio unificado y eficiente para la gestión de residuos en el área metropolitana.

Por otro lado, se hace hincapié en la necesidad de extender los plazos estipulados por la Ley N° 755 de Gestión Integral de Residuos Sólidos, particularmente en lo que respecta al cierre de vertederos y la remediación de sitios contaminados. Ante la proximidad de la fecha límite para el cumplimiento de estas disposiciones y la probabilidad de una prórroga, se aconseja planificar dicha extensión de manera técnica y fundamentada.

En cuanto al cobro de tasas por servicios de aseo y recolección de residuos sólidos, se enfatiza la necesidad de su implementación en los municipios metropolitanos. Las tasas representan una herramienta esencial para financiar estos servicios públicos. No obstante, se reconoce que hay barreras significativas para su aplicación efectiva, incluyendo la ausencia de registros tributarios adecuados. Para comprender y superar estas barreras, se sugiere la realización de estudios evaluativos de la estructura de tasas actual, modelos econométricos, análisis de responsabilidades compartidas y estudios de costos.

Finalmente, se subraya el imperativo de que los gobiernos municipales metropolitanos, con el apoyo del Gobierno Departamental, asuman un papel proactivo y cumplan con sus responsabilidades legales y fiscales. Esto incluye garantizar el cumplimiento de las disposiciones mejorando la eficiencia y efectividad en la prestación de servicios de saneamiento básico y gestión de residuos sólidos. La acción reguladora, fiscalizadora y administrativa por parte de las municipalidades es esencial para la adecuada recaudación y administración de ingresos derivados de las tasas por aseo, en el marco legal y tributario vigente.

ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

Este documento sintetiza un estudio exhaustivo sobre las alternativas de valorización de residuos sólidos urbanos (RSU) para la Región Metropolitana de Santa Cruz (RMSC), estableciendo un marco jerárquico de gestión que prioriza la reutilización, el reciclaje y el tratamiento biológico, antes de considerar la valorización energética. El estudio aborda estrategias para el tratamiento de distintos tipos de residuos, considerando el contexto específico de la RMSC, caracterizado por altos porcentajes de residuos orgánicos y una variada composición de residuos sólidos.

El estudio evalúa la viabilidad técnica y económica de diversas tecnologías de aprovechamiento, entre ellas el compostaje, la lombricultura, la biometanización, la incineración, la digestión anaerobia, y otras técnicas de transformación de residuos. Se reconoce que, aunque el aprovechamiento energético es una opción complementaria, requiere de una inversión significativa, competencias especializadas y no siempre es económicamente autosuficiente. En contraste, la gestión de residuos eléctricos y electrónicos, así como de

llantas, representa desafíos particulares por su menor proporción y la falta de infraestructura de reciclaje adecuada.

El documento también explora la situación del reciclaje de metales, plásticos, papeles y cartón, destacando la importancia de las empresas de reciclaje para el desarrollo de negocios en torno a los RSU. Se subraya el potencial de creación de hasta 8.000 empleos, condicionado por la implementación de políticas públicas favorables y la participación ciudadana activa en el reciclaje. Además, se enfatiza la contribución significativa del sector informal al manejo de residuos, destacando la necesidad de integrar esta dimensión en la planificación de empleos verdes.

El enfoque del estudio promueve una visión holística y sostenible, buscando minimizar la disposición de residuos en rellenos sanitarios y fomentar la recuperación y el reciclaje de materiales, alineado con el desarrollo sostenible de la región. Se recomienda la implementación gradual y multimodal de las tecnologías de tratamiento, prefiriendo aquellas con eficacia demostrada a escala comercial.

Finalmente, se propone un análisis riguroso, incluyendo estudios a diseño final, para evaluar integralmente los aspectos financieros, ambientales y sociales de las alternativas propuestas. Se presentan posibles mecanismos de financiamiento para los proyectos de RSU, como tarifas municipales, bonos verdes y asociaciones público-privadas, entre otros. Además, se identifican dos alternativas prioritarias, una planta de separación mecánico-biológica y una de compostaje y se desarrollan análisis económicos, ambientales y sociales detallados para cada una, concluyendo con la viabilidad de la primera y retos para la segunda.

El impacto ambiental y social positivo de estas iniciativas se manifiesta en la mejora de la salud pública, la creación y formalización de empleos, la recuperación de recursos y la promoción de la educación ambiental. Este enfoque integral es fundamental para transformar la gestión de residuos en la RMSC y potenciar un futuro sostenible para la región.

1. PLAN DE TRABAJO

El presente componente se desarrolló en el marco de las temporalidades estipuladas por el documento base de contratación (DBC), en cumplimiento a los parámetros desarrollados y explicados en la propuesta presentada como empresa consultora.

El informe incluye en un apartado especial, el detalle pormenorizado de este producto. Dicho apartado contiene una cuidadosa parametrización de las actividades a desarrollar, incluyendo la temporalidad específica de cada una de ellas, así como el encadenamiento de resultados que conduce a la presentación de los respectivos productos

Esta planificación coherente resultó esencial para garantizar una ejecución eficiente y sistemática de todas las actividades, siguiendo las mejores prácticas en gestión de proyectos públicos.

Los tres informes de avance que el Consultor proporcionó, reflejarán el progreso de las actividades. Estos documentos permitieron al Contratante tener una visión clara de los avances, hitos alcanzados y desafíos encontrados durante el desarrollo del proyecto.

1.1. Desarrollo estratégico

Los trabajos multidisciplinarios desarrollados por el equipo técnico se enfocaron en dar cumplimiento a los objetivos específicos del proyecto mediante las siguientes metas y medios.

Cuadro No. 1. Alcance de trabajo

PROD	ALCANCE	METAS	MEDIOS PARA ALCANZARLO
P1	Plan de trabajo, con descripción de tiempos.	1.Establecer una secuencia lógica para el cumplimiento de cada uno de los objetivos y el alcance de la presente consultoría y en coordinación con la fiscalización. 2.Elaborar un cronograma indicando tiempos de cumplimiento de actividades que serán aprobadas por la fiscalización.	1. Análisis de los componentes, información necesaria, recursos, tiempos. 2.Reuniones de coordinación interna del equipo consultor. 3. Reuniones de coordinación externas con el Supervisor de la consultoría.
	Análisis de tendencias globales de la gestión integral de residuos sólidos urbanos.	1.Disgregar las oportunidades en de la GIRS analizando de forma diferenciada los elementos incluidos en los procesos de reciclaje y reutilización. 2. Identificar estrategias efectivas y con mayor potencial de implementación en el contexto metropolitano mediante el análisis	1. Consultas con autoridades y actores claves institucionales. 2. Fuentes digitales. 3. Trabajos con fuentes oficiales.

		comparativo de las prácticas de tratamiento de RSUs. 3.Explorar el potencial de generación de empleos verdes en el sector del reciclaje y evaluar su impacto su impacto social	
P2	Análisis de la GIRS actual en la Región Metropolitana de Santa Cruz.	1.Comprender la situación actual de la gestión de residuos, identificando características multidimensionales que permitan establecer lineamientos estratégicos para el desarrollo económico. 2.Determinar los volúmenes de RSUs generados y sus proyecciones de producción en el tiempo para planificar adecuadamente las infraestructuras y los servicios necesarios para su manejo. 3.Identificar los componentes de los residuos sólidos urbanos que pueden ser valorizados de manera sostenible.	Relevamiento de información secundaria desde fuentes oficiales y fidedignas, pudiendo ser: bibliografía especializada, estudios técnicos oficiales y otros. Consultas con autoridades (departamentales y municipales), actores claves institucionales de la sociedad civil, organizaciones con experiencia específica en el tema y agencias de desarrollo de la cooperación internacional.
	Analizar la normativa actual y proponer un modelo de Gobernanza Metropolitana con relación a la GIRS.	1.Desarrollar modelos de gobernanza metropolitana en base al marco legal y a las características de coordinación interinstitucional e intergubernamental. 2.Revisar y evaluar la coherencia y consistencia de la normativa existente, identificar vacíos legales o contradicciones, y proponer posibles mejoras o actualizaciones normativas que fortalezcan la gestión integral de los residuos sólidos en el ámbito metropolitano. 3.Identificar elementos de integración a compromisos internacionales y nacionales reconocidos con incidencia directa en la gobernanza metropolitana enfocada a la GIRS.	Análisis multidisciplinario del equipo consultor. Consultas con autoridades (departamentales y municipales), actores claves institucionales de la sociedad civil, organizaciones con experiencia específica en el tema y agencias de desarrollo de la cooperación internacional.
	Realizar la propuesta de alternativas de aprovechamiento económico de los RSU de la Región Metropolitana de Santa Cruz, considerando actores, nivel de participación de los	1. Identificar alternativas de aprovechamiento y valorización de los residuos en la Región Metropolitana, con base en proyecciones y capacidades de manejo. 2.Proponer mejoras de organización y gestión al actual	Análisis multidisciplinario del equipo consultor. Consultas con autoridades (departamentales y municipales), actores claves institucionales de la sociedad civil, organizaciones con experiencia específica en el tema y

	municipios involucrados, o acuerdos entre otros	modelo de aprovechamiento de residuos. 3. Determinar los actores e instituciones involucradas, funciones, obligaciones, atribuciones, problemas, posibles soluciones	agencias de desarrollo de la cooperación internacional.
P3	Estudio económico de las alternativas propuestas en el Producto 2, incluyendo el análisis integral de las alternativas desde el enfoque social, ambiental y económico.	1.Determinación de indicadores económico-financieros de cada una de las alternativas identificadas. 2. Identificación de posibles impactos ambientales de los proyectos identificados. 3.Determinación de los impactos sociales de los proyectos identificados.	Análisis multidisciplinario del equipo consultor. Consultas con autoridades (departamentales y municipales), actores claves institucionales de la sociedad civil, organizaciones con experiencia específica en el tema y agencias de desarrollo de la cooperación internacional.
	Identificar los modelos de negocio más recomendables para la puesta en marcha de las alternativas propuestas.	1.A partir de la identificación de las mejores alternativas de aprovechamiento de los RSU y al estudio económico, se planteará una forma de organización que permita tener claridad en el modo por el cual se ofrecerá una solución a la falta de reciclado.	1. El equipo multidisciplinario del proponente realizará un análisis holístico para determinar la mejor forma de organización que permita alcanzar el objetivo de que las alternativas propuestas sean soluciones sostenibles en lo económico, social, ambiental y gobernanza.
	Identificación de posibles impactos ambientales.	1. Determinar, mediante la metodología de identificación de impactos ambientales, los posibles impactos a generarse por la implementación de las alternativas de aprovechamiento y valorización de residuos.	1. Aplicación de la metodología de identificación de impactos ambientales establecida en la norma boliviana.
	Compilación de la información presentada en los productos 1 y 2, además de los temas indicados en los puntos precedentes, incorporando las complementaciones y/o correcciones emanadas de la retroalimentación del GADSC.	1. Análisis integral de la información generada con enfoque un enfoque metropolitano. 2. Complementaciones requeridas por el GADSC	1. Análisis técnico, económico, ambiental y social por el equipo consultor. 2. Reuniones con el GADSC (Supervisor).
	Conclusiones y recomendaciones.	1. Establecer las conclusiones y recomendaciones emanadas del trabajo realizado.	1. Análisis y criterios del equipo consultor.
	Resumen ejecutivo.	1. Elaborar el resumen ejecutivo del trabajo realizado.	1. Análisis y criterios del equipo consultor.

Informes

Con el objeto de mantener informado al Gobierno Autónomo Departamental de Santa Cruz, el Consultor estableció una línea de comunicación efectiva y continua con el Supervisor del proyecto mediante reuniones presenciales periódicas y la presentación de tres informes en el transcurso del servicio contratado. El objetivo fue mantener una transparencia constante en la implementación del proyecto y asegurar que todas las partes interesadas se encuentren al tanto de su progreso.

El primer informe se centra en el análisis de tendencias globales que inciden en una buena gestión integral de residuos sólidos urbanos. Este análisis se llevó a cabo con un enfoque multidisciplinario, contemplando factores sociales, ambientales y económicos. Con el objetivo de establecer un marco sólido y comprensivo para las etapas posteriores del proyecto.

El segundo informe con un enfoque orientado al análisis de la GIRS en la Región Metropolitana de Santa Cruz. Se estudiaron aspectos como el diagnóstico de los RSU, volúmenes producidos y sus proyecciones, análisis de los residuos susceptibles de aprovechamiento, estaciones de transferencia, normativa vigente y gobernanza. Este informe buscó identificar oportunidades para luego plasmarlas en propuestas de alternativas de aprovechamiento económico de los RSU.

El informe final se centra en el estudio económico de las alternativas propuestas en el producto 2, incluyendo un análisis integral de las mismas desde el enfoque social, ambiental y económico.

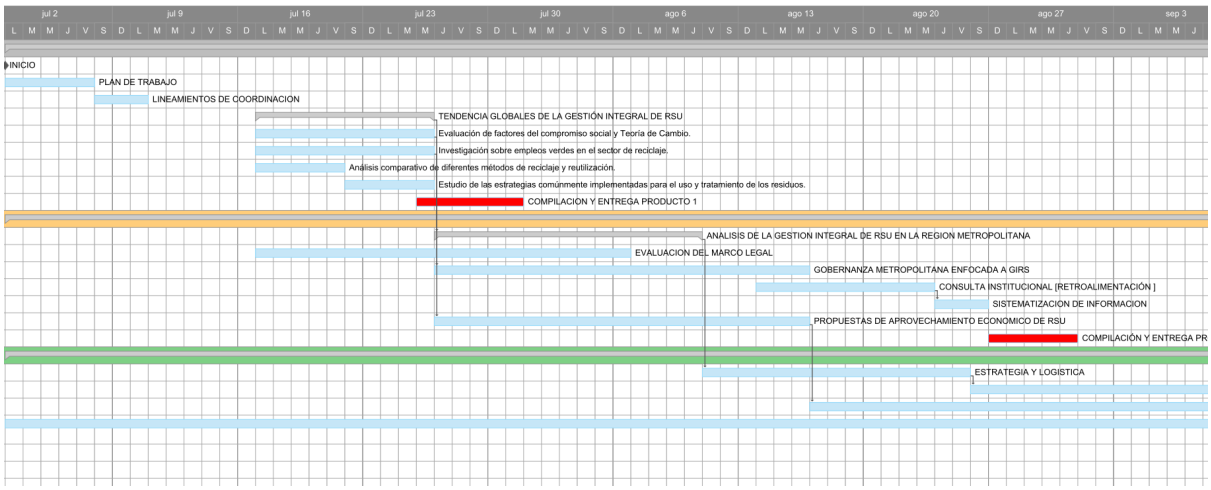
A partir de estos hallazgos , se identificarán modelos de negocios más recomendables para la puesta en marcha de las alternativas propuestas

Además, se proporcionarán recomendaciones para fomentar la inversión y el desarrollo económico en base a GIRS. Este informe no sólo proporcionará un resumen de los resultados y conclusiones de los informes anteriores, sino que también ofrecerá una visión clara del camino a seguir

1.2. Cronograma de Actividades

El diagrama Gantt que se presenta a continuación ofrece un desglose del cronograma propuesto para el desarrollo de todas las actividades que se incluyeron en este proyecto. Dicho diagrama proporcionó una representación visual clara del plan de trabajo, asegurando que todas las partes interesadas tengan una comprensión uniforme del cronograma, orientándose hacia el cumplimiento de los objetivos específicos planteados para el presente.

Nombre de la tarea	Duración	Fecha de inicio	Fecha final
PROYECTO TOTAL	**89d**	**03/07/23**	**29/09/23**
INICIO	0	03/07/23	03/07/23
PLAN DE TRABAJO	5d	03/07/23	07/07/23
LINEAMIENTOS DE COORDINACION	3d	08/07/23	10/07/23
TENDENCIA GLOBALES DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE RSU	10d	17/07/23	26/07/23
Evaluación de factores del compromiso social y Teoría de Cambio.	10d	17/07/23	26/07/23
Investigación sobre empleos verdes en el sector de reciclaje.	10d	17/07/23	26/07/23
Análisis comparativo de diferentes métodos de reciclaje y reutilización.	5d	17/07/23	21/07/23
Estudio de las estrategias comúnmente implementadas para el uso y tratamiento de los residuos.	5d	22/07/23	26/07/23
COMPILACION Y ENTREGA PRODUCTO 1	6d	26/07/23	31/07/23
PRODUCTO 2	**89d**	**03/07/23**	**29/09/23**
ANALISIS DE LA GESTION INTEGRAL DE RSU EN LA REGION METROPOLITANA	15d	27/07/23	10/08/23
EVALUACION DEL MARCO LEGAL	21d	17/07/23	06/08/23
GOBERNANZA METROPOLITANA ENFOCADA A GIRS	21d	27/07/23	16/08/23
CONSULTA INSTITUCIONAL [RETROALIMENTACIÓN]	10d	14/08/23	23/08/23
SISTEMATIZACION DE INFORMACION	3d	24/08/23	26/08/23
PROPUESTAS DE APROVECHAMIENTO ECONOMICO DE RSU	21d	27/07/23	16/08/23
COMPILACIÓN Y ENTREGA PRODUCTO 2	5d	27/08/23	31/08/23
PRODUCTO 3	**89d**	**03/07/23**	**29/09/23**
ESTRATEGIA Y LOGISTICA	15d	11/08/23	25/08/23
IMPACTOS MEDIOAMBIENTALES	16d	26/08/23	10/09/23
ESTUDIO ECONOMICO	25d	17/08/23	10/09/23
CONSOLIDAR BASE DE DATOS CON BIBLIOGRAFÍA Y ESTUDIOS RELACIONADOS A LA GIRS [INTERNACIONAL, NACIONAL Y LOCAL]	70d	03/07/23	10/09/23
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	7d	11/09/23	17/09/23
REDACCION DOCUMENTO FINAL	7d	18/09/23	24/09/23
RESUMEN EJECUTIVO C/DISENO GRAFICO	7d	18/09/23	24/09/23
REVISION Y ENTREGA PRODUCTO FINAL	5d	25/09/23	29/09/23



2. TENDENCIAS GLOBALES DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS.

El concepto tradicional de una economía lineal, en el que se consumen los productos generando desechos sólidos, simplemente eliminando los mismos sin tener en cuenta la huella ambiental. Siendo necesario un cambio enfocado en la denominada “economía circular” donde se considera el aprovechamiento y se le da una valorización a los residuos sólidos, de tal manera que estos vuelvan a ser insertados en el ciclo productivo o que otorguen algún beneficio en el proceso productivo de nuevos recursos, lo que ha generado un gran interés en todo el mundo al considerarse una necesidad para el desarrollo sostenible de los países.

Estudios de organismos internacionales, (Banco Mundial,2018- What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050 y Programa de Medio Ambiente Naciones Unidas PNUMA, 2020 - De residuos a riqueza: Procesamiento sostenible de RSU), y experiencias exitosas en varias ciudades del mundo han demostrado que existe un interés creciente hacia la implementación de tecnologías de aprovechamiento y valorización de residuos, si bien no para la totalidad de la generación pero llegando a superar proporciones de un 50% en la mayoría de los casos, lo que se traduce en términos generales en menor impacto ambiental y un mayor ahorro económico.

Los proyectos de valorización y aprovechamiento de residuos sólidos se encuentran alineados con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de Naciones Unidas (ODS) así como la Nueva Agenda Urbana de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) para el año 2030 y, en ese sentido, se hace necesario evaluar si estas tecnologías se adaptan al entorno y situación sociocultural y económica de la región metropolitana.

En la actualidad, en nuestro país y más propiamente dentro de la Región Metropolitana de Santa Cruz de la Sierra, la gestión de residuos sólidos mantiene una estructura lineal, es decir, los residuos generados en su gran mayoría son dispuestos en sitios de disposición final donde se practica la metodología de rellenos sanitarios en el mejor de los casos, sin embargo la mayoría estos sitios solo son botaderos a cielo abierto.

Esta metodología de eliminación de desechos, además del considerable impacto negativo que provoca sobre el medio ambiente y los recursos naturales, podría estar ocasionando la pérdida de oportunidades de desarrollo económico, generación de empleos, inclusión social y otros factores benéficos para una sociedad en su conjunto.

De donde resulta que dentro de la organización territorial de nuestro país, los Gobiernos Autónomos Municipales son los que tienen directa responsabilidad y tuición sobre la gestión integral de residuos sólidos en su jurisdicción territorial. No obstante, la problemática de los residuos sólidos, al pertenecer a una temática ambiental y de protección a la salud, nos conduce a establecer que los efectos de una deficiente gestión traspasa las fronteras y límites territoriales, como es el caso de la afectación de ríos o cursos de aguas subterráneos que recorren varios municipios de la Región Metropolitana.

Estudios preliminares realizados en los principales municipios que integran la Región Metropolitana de Santa Cruz (RMSC), muestran realidades dispares entre los modelos de gestión y tratamiento de residuos sólidos, dejando percibir que existen deficiencias técnicas, económicas, administrativas, legales y otras que se constituyen en barreras para enfrentar el problema de los residuos sólidos en esta región.

En ese contexto, el Gobierno Autónomo Departamental de Santa Cruz dentro de sus competencias establecidas en la normativa constitucional, busca propiciar el trabajo mancomunado de los municipios dentro de la Región Metropolitana en donde se generen proyectos que estén alineados a la correcta gestión integral de los residuos sólidos, dentro del enfoque de la economía circular que incluye el aprovechamiento y valorización de los residuos.

Trabajo que permitirá exportar las tendencias globales y regionales de la gestión de residuos sólidos, analizando las oportunidades y desafíos que se enfrenta, lo cual tiene como principal objetivo proponer alternativas de desarrollo económico.

2.1. Análisis comparativo de reciclaje y reutilización.

El reciclaje y la reutilización, han surgido como alternativas a la necesidad de dar solución al problema interminable de reducir la gran cantidad de residuos que se generan a nivel mundial, debido al consumismo de una población que va en aumento.

Existen diversas definiciones para ambos términos, sin embargo, la Ley N° 755 de Gestión Integral de Residuos Sólidos del Estado Plurinacional de Bolivia define al reciclaje como “Proceso que se aplica al material o residuo, para ser reincorporado al ciclo productivo o de consumo, como materia prima o nuevo producto.”

De donde resulta que el reciclaje consiste en obtener la materia prima para un nuevo producto, mediante un proceso de transformación (generalmente industrial), a partir de productos y materiales ya en desuso o utilizados. De esta forma, se consigue alargar el ciclo de vida de un producto, ahorrando materiales y beneficiando al medio ambiente al generar menos residuos.

La misma ley define el término reutilización como “cualquier operación mediante la cual se vuelve a utilizar el residuo en el estado en que se encuentre.”

Desde un punto de vista económico, el reciclaje y la reutilización también presentan diferencias en términos de costos, beneficios y el impacto en la economía en general.

A continuación, se describen algunas de estas diferencias:

Cuadro No. 2: Diferencias entre reutilización y reciclaje desde el punto de vista económico

Diferencia	Reutilización	Reciclaje
Propósito	Extiende la vida útil de los productos y reduce la generación de residuos.	Reducir la cantidad de residuos enviados a vertederos, conservar recursos y reducir la contaminación.
Beneficios	La reutilización busca el ahorro de recursos naturales y energía, reducción de residuos sólidos y la menor producción de nuevos productos.	El reciclaje se orienta hacia la conservación de recursos, ahorro de energía, reducción de la contaminación y las emisiones de gases de efecto invernadero.
Proceso de gestión	La reutilización se centra en la preparación y adaptación de productos para un nuevo uso sin pasar por una planta de reciclaje y sin modificar las condiciones iniciales del residuo.	Para que tenga lugar el reciclaje se debe realizar la recolección, separación, procesamiento y fabricación de nuevos productos a través de una planta de reciclaje.
Complejidad	La reutilización puede ser más sencilla y directa, ya que no involucra procesos industriales complejos.	El reciclaje requiere una logística más elaborada y procesos de reciclaje específicos para diferentes materiales.
Participación del usuario	Todas las personas pueden llevar a cabo acciones individuales y de reutilización en su vida cotidiana.	Todas las personas pueden separar y reunir materiales reciclables, pero su reciclaje suele requerir la colaboración de empresas y plantas especializadas.
Costos de procesamiento	En general, la reutilización tiende a ser menos costosa que el reciclaje, ya que implica simplemente volver a usar un artículo sin la necesidad de procesar o transformar los materiales. Por ejemplo, si se reutilizan envases de vidrio para envasar nuevos productos, los costos son mínimos en comparación con el reciclaje del vidrio.	El reciclaje implica la recolección, clasificación, transporte y procesamiento de materiales para convertirlos en nuevos productos. Estos procesos suelen ser más costosos debido a la infraestructura necesaria y los pasos adicionales involucrados.
Generación de empleo	La reutilización puede generar empleos locales en sectores como la reparación, renovación y reacondicionamiento de productos usados. Al fomentar la reutilización, se pueden crear oportunidades de trabajo en la economía circular, donde se prolonga la vida útil de los productos.	El reciclaje también crea empleos, pero suele requerir más mano de obra en la etapa de recolección y clasificación de materiales así como en el proceso de transformación. Además, a menudo se necesitan inversiones en tecnología y maquinaria para el procesamiento de materiales reciclables.

Valor económico de los materiales	En muchos casos, la reutilización puede preservar el valor original de un producto, lo que puede ser beneficioso para los consumidores que buscan opciones más económicas. Por ejemplo, comprar ropa usada en una tienda de segunda mano suele ser más económico que adquirir prendas nuevas.	El valor económico de los materiales reciclados puede variar dependiendo del mercado y la demanda de esos materiales. Algunos materiales reciclados pueden tener un valor inferior al de los materiales vírgenes, lo que puede influir en la rentabilidad del proceso de reciclaje.
Beneficios ambientales	La reutilización puede tener un impacto ambiental positivo al reducir la necesidad de producir nuevos productos y la generación de residuos. Al extender la vida útil de los objetos, se disminuye el consumo de recursos naturales y la cantidad de desechos.	El reciclaje también ofrece beneficios ambientales significativos, ya que reduce la extracción de materias primas y la energía necesaria para producir nuevos materiales. Además, ayuda a reducir la cantidad de residuos que se envían a vertederos o se incineran, reduciendo así la contaminación ambiental.

Fuente: Elaboración propia

Cuadro No. 3: Diferencias entre reutilización y reciclaje desde el punto de vista técnico

Característica	Reutilización	Reciclaje
Materiales	Los materiales reutilizables incluyen ropa, muebles, artículos electrónicos y otros objetos.	Los materiales reciclables incluyen papel, cartón, vidrio, metal y plástico.
Limitaciones	La reutilización puede ser limitada por la disponibilidad de productos reutilizables y la voluntad de las personas de reutilizarlos.	El reciclaje puede ser más costoso y requiere infraestructura y mano de obra.
Conclusiones	El reciclaje y la reutilización son prácticas importantes para la gestión de residuos. El reciclaje es más efectivo para reducir el impacto ambiental a largo plazo, pero la reutilización es más eficiente en términos de energía y recursos naturales. Ambas prácticas son importantes para crear una economía más sostenible.	

Fuente: Elaboración propia

Es importante destacar que, tanto la reutilización como el reciclaje, son estrategias importantes para promover la sostenibilidad y reducir el impacto ambiental. Ambos enfoques pueden complementarse para lograr una gestión más eficiente de los recursos y minimizar la generación de residuos.

2.2. Estrategias comúnmente implementadas para el uso y tratamiento de los residuos.

El manejo indiscriminado de los desechos sólidos provoca que diariamente se arrojan a los botaderos o basureros importantes recursos económicos en una región donde la pobreza y el desempleo marcan el día a día.

El reto que nos ofrece la problemática de los desechos estriba en la búsqueda de un sistema de manejo que nos permita optimizar los recursos que diariamente descartamos.

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible de Naciones Unidas (ODS) así como la Nueva Agenda Urbana de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) hacen un llamado para mejorar las prácticas de gestión de residuos como un servicio básico para los ciudadanos.

El problema de los desechos sólidos y sus alcances.

El manejo indiscriminado de desechos sólidos ha generado en nuestras sociedades, una gran pérdida de recursos económicos de forma constante, impidiendo considerar que todo lo que se dispone en los basureros oficiales y clandestinos de las ciudades urbanas tienen un valor económico.

Miles de toneladas de aluminio, papel, cobre, plásticos y textiles, entre otros, van a parar a esos sitios, perdiéndose así la posibilidad de reinsertarse en el flujo económico. La pérdida económica se agrava si consideramos que este comportamiento hacia los desechos, impacta negativamente el ambiente y deteriora la salud pública.

El crecimiento desmesurado de los desechos sólidos en los países de la región y en general en toda Latinoamérica, muestran una tendencia de aumento desmedido.

En la mayoría de los casos de las ciudades en América Latina y en nuestro país, los desechos sólidos son tirados en sitios con poco o ningún control y manejo técnico, siendo lo tradicional e insostenible, enterrar, tirar o quemar estos desechos.

Factores que inciden en la problemática de los desechos sólidos

El desperdicio de recursos económicos en las aglomeraciones urbanas, es el resultado de la ausencia de un sistema de manejo racional de los mismos, el cual se ve incrementado por factores como el crecimiento demográfico y el acelerado proceso de urbanización, el cambio en los patrones de consumo y la incapacidad de los gobiernos municipales para ofrecer una respuesta adecuada al problema de los desechos o residuos sólidos.

Por otra parte, el acelerado crecimiento demográfico y las migraciones hacia los centros o regiones metropolitanas hacen que la generación de desechos se incremente de forma exponencial año tras año.

Todos estos factores inciden en un crecimiento urbanístico desordenado, que ante la ausencia de planes de desarrollo y una legislación adecuada que ofrezca soluciones a la presión por viviendas y servicios (agua potable, electrificación y alcantarillados), aumentan el problema del manejo de los desechos.

Mientras tanto, los nuevos habitantes de las ciudades presionan por esos servicios que las instituciones responsables no pueden brindar o lo hacen a un costo muy alto. En este sentido, el problema fundamental no reside en la relación población, territorio, recursos, sino en la forma en que el territorio y los recursos son utilizados ante un volumen determinado de pobladores y sus características básicas.

Este documento pretende centrarse en la búsqueda de una propuesta de alternativa de valorización y desarrollo económico basado en la gestión integral de residuos sólidos, coherente con la realidad local de la región metropolitana del Departamento de Santa Cruz, aplicando metodologías internacionales, investigando casos probados en otras partes del mundo y las mejores técnicas disponibles para la gestión integral de residuos sólidos municipales.

2.3. Estado de la valorización de residuos de origen residencial en grandes centros urbanos (GCU) de América Latina.

Un estudio denominado *“Estado de la Valorización de Biorresiduos de Origen Residencial en Grandes Centros Urbanos”* Universidad del Valle” incluyó ciudades de América Latina y el Caribe. Los resultados señalaron que la valorización de los biorresiduos de origen residencial es una práctica establecida en muy pocos países, resultando que solamente tres de ellos se encuentran en la región estudiada.

Se identificó que, considerando las diferencias entre los contextos evaluados, los métodos de tratamiento más usados son el compostaje y la digestión anaeróbica.

Otros métodos utilizados son el procesamiento térmico para producción de alimentos para animales y el tratamiento mecánico biológico (TMB) con compostaje y digestión anaerobia.

El estudio permitió establecer que los sistemas implementados producen compost (empleado principalmente en la jardinería y la agricultura), energía eléctrica, calor, combustible vehicular y alimentos para animales (Verónica MANZI TARAPUÉS, 2019).

Cabe señalar que se consideraron como GCU ciudades con una población superior a un millón de habitantes en su zona urbana.

Tomando como base los estudios de caracterización de residuos de ciudades de América Latina, se evidencia que la fracción orgánica supera el 50%, llegando a alcanzar valores de hasta el 80% en algunos casos.

En las ciudades restantes se encontró que la gestión de Biorresiduos de Origen Residencial se realiza con un enfoque de eliminación, donde esta fracción es parte de flujos residuales destinados a la disposición final.

Cuadro No. 4: Centros Urbanos Referentes de Valorización

Enfoque de gestión de BOR de los GCU objeto de estudio				
Población urbana (millones de habitantes)	**Núm. de GCU objeto de estudio**	**Valorización (GCU referente)**	**Eliminación (GCU con disposición final y otros)**	**Fuentes de información**
1-2	21	Rosario	-Ecatepec de Morelos - São Luis -Mexicali - Guarulhos -Guadalajara - Quito -Monterrey-Santa Cruz de la Sierra -Tijuana-Porto Alegre -Campinas -Montevideo -Goiania Recife -San José -Maceió Belém -Caracas -São Gonçalo -Barranquilla	MR (2017); Gádara y Guerrero (2013); AEM(2018); Calva-Alejo y Rojas - Caldelas(2014); GEJ(2017) ; CESOP(2012); Colef(2010); PC(2018); IPEA(2012);GEP(2011);SLUM-PM(2018); PG(2011); Ineco-Tragsatec (2016); MMA-A(2011);Ríos y Mendoza(2013); PPA(2013);Themelis y Díaz -Barriga (2012); MSCR(2016); AMC(2012); AB(2015);SSPD de Colombia-DNP(2017).
2-5	11	Medellín	-Brasília -Manaus -Fortaleza -Buenos Aires -Belo Horizonte -Cali Salvador -Santo Domingo -Curitiba -Santiago de Chile	AMVA(2014);SSPD de Colombia-DNP (2017);SLU(2018);PF(2012);ADRMBH(2015);SETIN(2010);PMC(2010);Neto y Moreira(2009);IBAM(2010);FIUBA-CEA MSE(2011);Rosso y Marcolini(2015); DAPM(2015);Ferreras(2015);Hamatsch ek y Faulstich(2010).
>5	5	Ciudad de México	-São Paulo -Lima -Río de Janeiro -Bogotá	SEDEMA(2018);Jacobi y Besen(2011); Prudencio(2010);Penido-Monteiro(2012) ;PCRJ(2012);Minam Perú(2012); UAESP(2015);SSPD de Colombia-DNP (2017)
Total GCU	37	3	34	

1) Se reporta un proyecto de compostaje de BOR en el huerto municipal; no obstante, la información disponible es insuficiente para su caracterización. **2)** Hay una planta de clasificación y compostaje de RSM que en 2011 trató 10.7 td de BOR; sin embargo, se documenta que los BOR tratados provienen de la recolección conjunta y no se evidencia su valorización. **3)** Se reporta TMB con compostaje: planta Bella Vista, en Buenos Aires, con capacidad instalada de 1100 t/d de RSM, y plantas Ceilandia y Asa Sul em Brasília- Ceilandia, con capacidades instaladas aproximadas de 600 y 300 t/d, respectivamente (Mansur 2015, GB 2018); GCU: gran centro urbano.

Fuente: Estado de la Valorización de Biorresiduos de Origen Residencial en Grandes Centros Urbanos (MANZI TARAPUÉS, 2019)

El sistema de la ciudad de Rosario, en la que el flujo de residuos provenientes de la recolección domiciliaria, que contiene a los Biorresiduos de Origen Residencial, se procesa en una instalación de tratamiento mecánico biológico (TMB), donde se realiza una clasificación manual y mecánica para la recuperación de reciclables secos, seguida por un proceso de compostaje.

La experiencia de Medellín revela un bajo nivel de implementación. El conjunto de los Biorresiduos de Origen Residencial (mezcla de Biorresiduos de Origen Residencial de Alimentos y Biorresiduos de Origen Residencial de Jardín) separados en la fuente y recogidos selectivamente por recicladores organizados, es tratado mediante compostaje a pequeña escala. De este modo, en la zona urbana existen 92 instalaciones, 55 de las cuales tratan los Biorresiduos de Origen Residencial generados (Acodal-AMVA 2013), en el marco del proyecto de Eco-Huertas (SGCT-UDEM 2015).

Por su parte, el sistema implementado en Ciudad de México, representa la experiencia más significativa de América Latina y el Caribe debido a la capacidad de tratamiento instalada.

Esta ciudad posee la planta de compostaje de biorresiduos separados en la fuente documentada más grande de la región, que de acuerdo con la Secretaría del Medio Ambiente de la ciudad es de 2.500 toneladas/día (*"BID. Estado de la Valorización de Biorresiduos de Origen Residencial en Grandes Centros Urbanos",2019*).

El compost producido es apto para su uso en áreas verdes y agricultura (tipo B, según SMADF [2012]) gracias, en gran medida, a la aplicación de la norma que estableció criterios y especificaciones técnicas de separación en la fuente, clasificación, recolección selectiva y almacenamiento de residuos (SMADF 2015).

Cuadro No. 5: Características de los Sistemas de Valorización de Biorresiduos de Origen Residencial en los Grandes Centros Urbanos referentes de América Latina y el Caribe

Sistema-Tipo	SF/ presentación	Tipo de recolección	Método de tratamiento	Producto final/uso	GCU (generación de BOR en t/d)	Fuentes de información
1	Flujo de residuos mezclados/bolsas plásticas	Conjunta	TMB con compostaje	Compost /aplicación en parques y áreas públicas	Rosario (ND)	MR(2017a)
2	BOR2/bolsas plásticas	Selectiva (manual)	Compostaje comunitario	Compost / aplicación en el suelo	Medellín (680)	AMVA (2014), Acodal- AMVA (2013), SSPD de Colombia-DNP (2017), UDEM (2015)

3	BOR2/bolsas pláticas	Selectiva	Compostaje	Compost / aplicación en cultivos	Ciudad de México (2928)	SEDEMA (2015, 2018)
Tecnologías identificadas (GCU,núm. de plantas, capacidad instalada en t/d)			ND (Rosario, 1 planta, 2004), compostaje modular (Medellín, 92 plantas, 91.95), pilas estáticas con volteo mecánico (Ciudad de México, 8 plantas, 25316)			
1) Se reporta un proyecto de compostaje de BOR en el huerto municipal; no obstante, la información disponible es insuficiente para su caracterización. **2)** Hay una planta de clasificación y compostaje de RSM que en 2011 trató 10.7 t/d de BOR; sin embargo, se documenta que los BOR tratados provienen de la recolección conjunta y no se evidencia su valorización. **3)** Se reporta TMB con compostaje: planta Bella Vista, en Buenos Aires, con capacidad instalada de 1100 t/d de RSM, plantas Ceilandia y Asa Sul en Brasília - Ceilandia, con capacidades instaladas aproximadas de 600 a 300 t/d, respectivamente (Mansur 2015, GB 2018); GCU: gran centro urbano.						

Fuente: Estado de la Valorización de Biorresiduos de Origen Residencial en Grandes Centros Urbanos (MANZI TARAPUÉS, 2019)

Estas experiencias identificadas en Rosario, Medellín y Ciudad de México indican un interés de América Latina y el Caribe por el aprovechamiento de los Biorresiduos de origen residencial.

Sin embargo, aún en estos GCU referentes, una parte significativa de los Biorresiduos de Origen Residencial se envía a la disposición final. *("Estado de la Valorización de Biorresiduos de Origen Residencial en Grandes Centros Urbanos", 2019)*

Finalmente, en algunos GCU de América Latina y el Caribe el estudio identificó sistemas de gestión no diferenciada de Biorresiduos de Origen Residencial que no constituyen valorización, como el sistema de Tratamiento Mecánico Biológico (TMB) con compostaje en Buenos Aires que desvía los Biorresiduos de Origen Residencial de la disposición final, reportando el uso del material estabilizado como cobertura primaria del relleno sanitario.

De igual forma el caso de Bogotá, Monterrey y Sao Paulo, que recuperan energía del biogás generado en los rellenos sanitarios.

Si bien el uso de rellenos sanitarios demanda menos recursos financieros en comparación con las demás opciones, los costos tenderán a incrementarse en el tiempo como consecuencia de la ampliación de estándares técnicos asociados a las medidas de prevención y mitigación de riesgos e impactos, el aumento en el valor de los terrenos y la poca disponibilidad de estos en áreas cercanas a las ciudades y la aceptación de las externalidades ambientales y sociales.

Todo esto pone de manifiesto la necesidad de introducir y promover el uso de técnicas de valorización de los residuos que, si bien requieren mayores recursos de capital, permiten transformar los residuos en nuevos recursos y se presumen importantes ahorros en términos económicos y ambientales para la sociedad a largo plazo.

Contexto de la Gestión de Residuos en América Latina y el Caribe.

Los rellenos sanitarios son una solución intermedia o transitoria, aunque necesaria para el manejo de residuos, sin embargo, no son el objetivo final de una gestión de residuos sostenible considerando que los sistemas de gestión de residuos sólidos urbanos deberán seguir priorizando el reciclaje de materiales.

Hasta la fecha, cerca del 70% de los Residuos Sólidos Urbanos en América Latina y el Caribe acaba en rellenos sanitarios o en vertederos no controlados, a menudo contaminando aguas superficiales, subterráneas o suelos, y emitiendo gases de efecto invernadero. (*Hacia la valorización de residuos en América Latina y el Caribe,* BID, 2022)

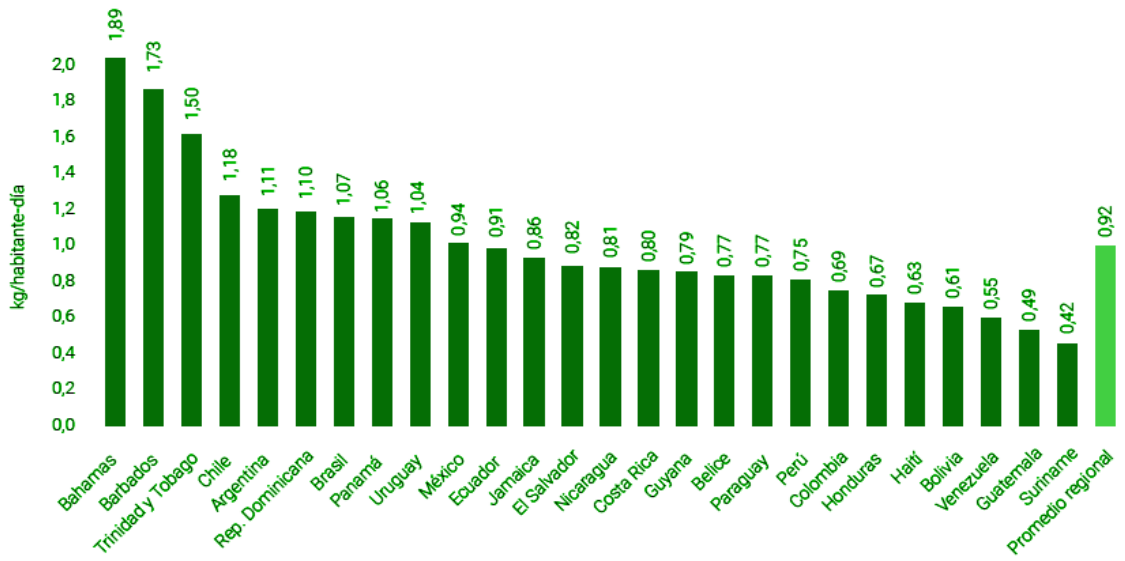
El tratamiento apropiado y la disposición de residuos siguen representando un importante reto, a menudo abrumador para numerosos municipios o regiones.

La necesidad de crear incentivos para reducir la generación de residuos e incrementar el reciclado es indispensable.

Las nuevas corrientes sobre la valorización de los residuos en todo el mundo encuentran en una correcta gestión de residuos oportunidades de desarrollo económico, aumento de empleos e inclusión social, en una actividad que además tiene un incalculable impacto positivo sobre el medio ambiente en el mediano y largo plazo.

La publicación “Hacia la valorización de residuos sólidos en América Latina y el Caribe - Conceptos básicos, análisis de viabilidad y recomendaciones de políticas públicas” (BID, 2022), muestra los valores obtenidos de la producción per cápita de residuos o PPC para América Latina y el caribe, los cuales se encuentran desarrollados en el siguiente gráfico:

Gráfico No. 1: Generación de residuos sólidos urbanos en América Latina y el Caribe (kg/hab.-día)



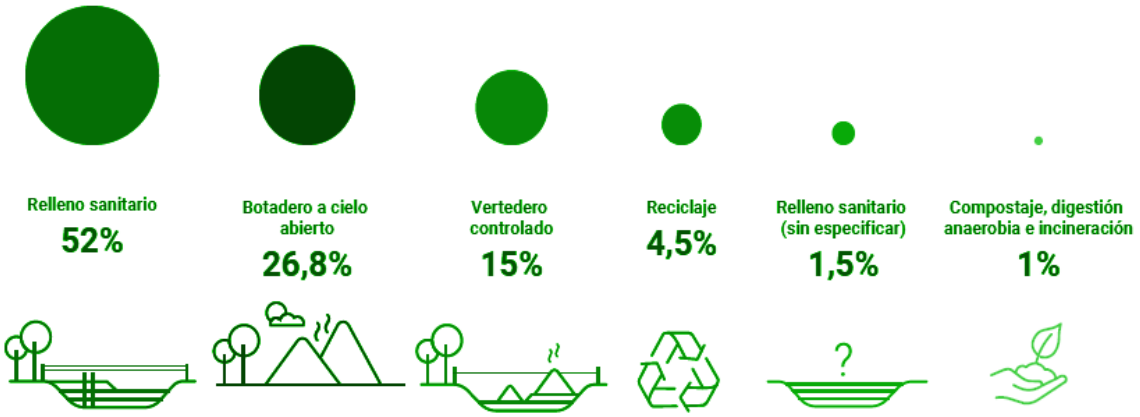
Fuente: Hacia la valorización de residuos sólidos en América Latina y el Caribe (BID 2022).

Los residuos orgánicos predominan en la composición física de la región, mientras que al menos una tercera parte corresponde a residuos reciclables (papel, cartón, plásticos, metales, vidrio).

Existe una alta participación de recicladores de oficio en las actividades de recuperación de residuos reciclables (separación, recolección, transporte y clasificación), evidenciándose en el desarrollando de este análisis que las actividades de tratamiento y valorización de residuos son aún incipientes en América Latina y el Caribe; sin embargo, la tendencia en la región impulsada por organismos técnicos y de cooperación es de dar el paso definitivo y necesario hacia el aprovechamiento y valorización.

En cuanto a la disposición final, cerca del 52% de los residuos generados (alrededor de 437.000 toneladas diarias) se deposita en algún tipo de relleno sanitario; el 15% se dispone en vertederos controlados y el 26,8% se desecha en botaderos a cielo abierto y otros sitios inadecuados (Kaza et al., 2018).

Gráfico No. 2: Disposición final de residuos sólidos en América Latina y el Caribe



Fuente: Hacia la valorización de residuos sólidos en América Latina y el Caribe (BID 2022)

2.4. Tecnologías para el aprovechamiento y valorización de residuos sólidos

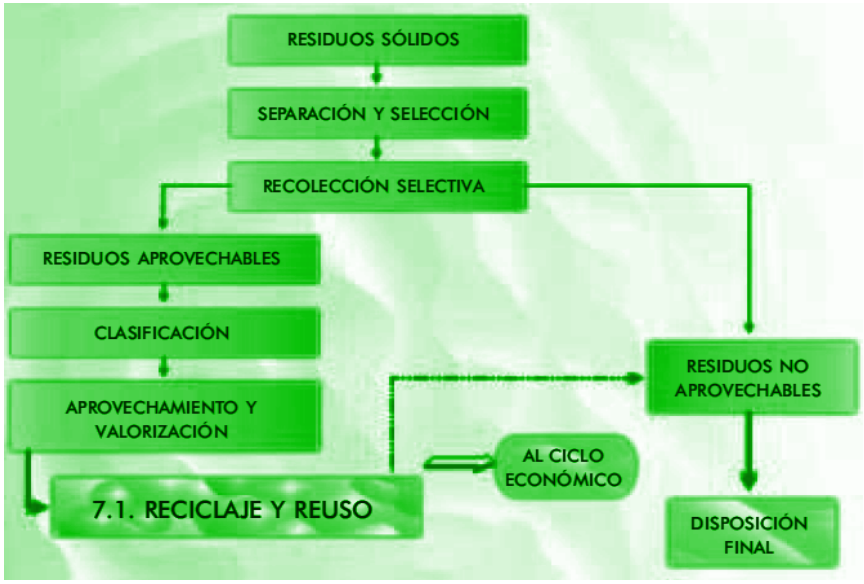
Las técnicas para el tratamiento y aprovechamiento de residuos se agrupan de forma general en tratamientos mecánicos, biológicos y térmicos/químicos (termovalorización) o una combinación de estos.

2.4.1. Tratamientos Mecánicos

Reciclaje de Materiales

Es el proceso o procesos mediante los cuales se extraen materiales del flujo de residuos, se reutilizan o se aprovechan para transformar los residuos sólidos recuperados y ser devueltos como productos.

Gráfico No. 3: Diagrama de Flujo de Reciclaje y Reuso



Fuente: Guía para selección de Tecnologías de Manejo Integral de Residuos Sólidos (Ministerio del Medio Ambiente, Colombia)

El proceso comienza con la separación en la fuente (lugar de origen) o la selección de materiales que son intervenidos por recicladores organizados; viene luego el procesamiento primario que consiste en la recolección selectiva hacia centros de acopio, donde la clasificación de los materiales es un asunto técnico para el que se ofrecen soluciones múltiples.

Si bien pueden existir algunos pequeños centros de acopio dedicados sólo a comprar y vender materiales, otros pueden contar con la infraestructura y equipamiento adecuado acorde con el propósito final del reciclaje.

Uno de los más adecuados consiste en una banda sin fin que transporta los materiales, donde "operarios especializados en seleccionar cada material" son situados a los lados para extraer los materiales: entre papeles, plásticos, vidrios, etc. donde se puede evidenciar también que electroimanes pueden separar los metales ferrosos.

Los materiales acopiados pueden ser comercializados, y para todos ellos hay un mercado amplio.

El equipamiento requerido dependerá del propósito del proceso, del tipo de material y de la tecnología existente, clasificadores, trituradoras, molinos, peletizadoras, filtros, embaladoras, compactadas y otras. En los pequeños centros de acopio el equipo es sustituido por mano de obra provista por el mismo grupo organizado de recicladores.

El proceso del reciclaje no es único, depende del tipo y cantidades de material, tecnología disponible y viable y del objetivo último que se pretenda dentro de la Gestión Integral de Residuos Sólidos Municipales.

Estas técnicas representan oportunidades inmediatas de empleos para personas de escasos recursos que buscan mejorar su calidad de vida.

Reducción en origen, procesamiento y separación

Es un método mecánico que busca cambiar las propiedades físicas a los residuos sólidos a través de la disminución y homogenización de su tamaño, para facilitar el procesamiento, tratamiento o disposición final posterior.

Los Residuos Sólidos Municipales se pueden procesar localmente en instalaciones residenciales, comerciales e industriales, o en instalaciones centralizadas donde se poseen plantas de tratamiento, plantas de procesado y procesos como son el compostaje o reciclado.

El proceso de triturado o molido, depende del material y del objetivo último dentro del proceso integral. Para la reducción de tamaño se utilizan comúnmente trituradores y molinos. El equipo requerido depende del proceso integral y del tipo de material que lo requiera.

De otro lado, para metales se usan machacadoras de mandíbula, trituradoras de cono y de rodillos (véase esquema) y molinos de impactos y de martillo, mientras que para el plástico se usan, entre otras, las máquinas cortadoras peletizadoras.

Existen diversos tipos de trituradoras para diferentes materiales, dentro del proceso integral de reciclaje o recuperación de materiales para el comercio o la industria. La trituración y molido puede ser además un proceso auxiliar para compostación, relleno sanitario o proceso térmico.

Se trata de sistemas altamente confiables, en forma ideal, para obtener la máxima ventaja, los trituradores o molinos necesitan estar integrados dentro de una planta completa, y acorde con el fin.

Separación o clasificación por tamaño.

Los sistemas de separación y clasificación de los residuos funcionan por lo general en una estación especializada, denominada estación de clasificación de materiales, o instalaciones centralizadas de residuos sólidos mixtos, para el reuso o el reciclaje.

Estas pueden ser desde estaciones completamente automatizadas (que a través de sistemas electromecánicos complejos separan las basuras en diferentes fracciones utilizables), hasta sistemas de complejidad menor en donde la separación la realizan los operarios de forma manual a lo largo de una banda transportadora. Una separación o clasificación puede hacerse por tamaños, densidades, inercia, conductividad y otras características de los residuos sólidos molidos o gruesos.

Una clasificación por tamaños consiste en la actividad subsiguiente a la fragmentación o trituración y se hace siempre que se considere conveniente por razones de manipulación, de transporte o de tratamiento posterior. La función de un separador por tamaño, es la de controlar el tamaño o granulometría del material que alimenta a otro equipo o proceso situado a continuación.

Existen dos tipos básicos de separadores por tamaños: las cribas, que se emplean en separaciones más gruesas, y los clasificadores, cuando se pretende una separación más ajustada.

Las cribas se caracterizan por el uso de barreras físicas para lograr la separación por tamaños, utilizando superficies perforadas y uniformes o rejillas de materiales diversos y que actúan como calibrador múltiple de "pasa- no pasa".

De otro lado, los clasificadores de residuos se emplean para:

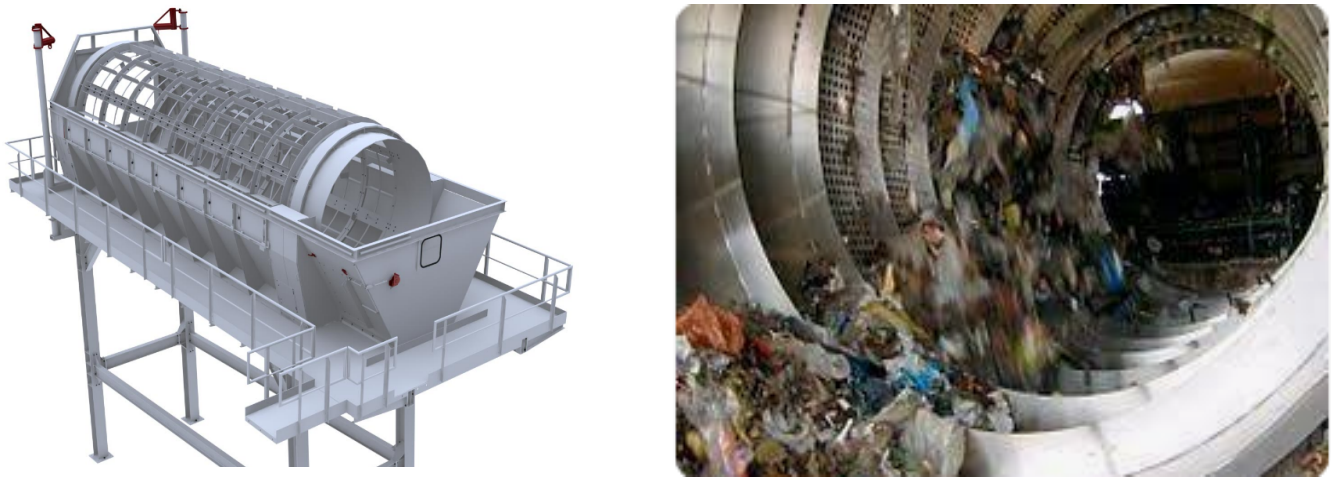
- Separar en fracciones de tamaños relativamente gruesos y relativamente finos en casos en que la separación por cribado no resulte factible.
- Realizar una concentración de las partículas más pesadas y pequeñas por una parte y de las mayores y más ligeras por otra.
- Dividir una distribución de tamaño de gran intervalo en fracciones.

Es una tecnología ampliamente utilizada en instalaciones centralizadas de procesamiento de residuos en Estados Unidos y Europa.

Se aplica para materiales que dentro de un proceso integral de reciclaje o tratamiento requieren controlar su tamaño o granulometría, por cuanto estos alimentarán a otro equipo o proceso subsiguiente

Se recomienda evaluar la viabilidad de esta tecnología para poblaciones con más de 60.000 habitantes o un grupo de municipios con una organización equivalente.

Imagen No.1 : Trómel de separación o clasificación de residuos sólidos.



Fuente: Guía para selección de Tecnologías de Manejo Integral de Residuos Sólidos (Ministerio Del Medio Ambiente, Colombia)

Separación por cambio eléctrico y magnético

Esta técnica utiliza las propiedades eléctricas y magnéticas de los materiales residuales como son la carga y la permeabilidad. Es la tecnología más utilizada para separar metales férreos de metales no férreos, también puede utilizarse para separar plásticos de papeles y vidrio de material triturado.

El proceso de separación magnética funciona bajo el principio de susceptibilidad magnética, es decir, la propiedad que determina el comportamiento de un material en un campo magnético.

Según su intensidad pueden ser de dos tipos: Los de baja intensidad, los cuales se emplean para materiales ferromagnéticos o paramagnéticos de alta susceptibilidad magnética, sin que ello suponga una regla general, se emplean más frecuentemente en húmedo que en seco.

La forma constructiva más frecuente es la de tambor magnético que puede trabajar girando en el mismo sentido o en sentido opuesto al flujo del material.

En la separación magnética aunque se conservan siempre los mismos principios, pueden usarse, por ejemplo, imanes permanentes o electroimanes, en una de sus diversas configuraciones, en un sistema de cintas multietapa, en la que se emplean tres imanes, cada uno para usos diferentes

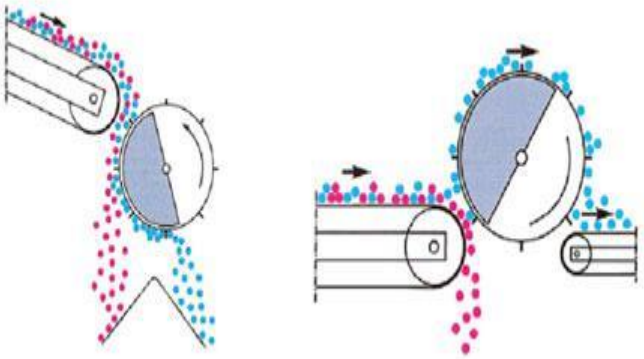
De igual modo, los campos electrostáticos de alto voltaje pueden utilizarse para separar materiales no conductores como el vidrio, el plástico y el papel de materiales conductores como los metales. También puede usarse para separar entre sí materiales no conductores (por ejemplo, papeles de plásticos y distintos tipos de plásticos).

El método es muy específico para determinados tipos de materiales, por ejemplo no aplica eficientemente para residuos sólidos urbanos con altas cantidades de material orgánico.

Imagen No. 2: Sistema de separación de residuos por cambio eléctrico o magnético.







Fuente: Guía para selección de Tecnologías de Manejo Integral de Residuos Sólidos (Ministerio Del Medio Ambiente, Colombia)

Manejo mecánico de materiales

Proceso utilizado para el transporte y el almacenamiento en centros de acopio y procesamiento de RSM y materiales recuperados.

Una transportadora es una cinta sin fin apoyada sobre rodillos libres antifricción y conducida desde un extremo por un rodillo motriz.

Las cintas transportadoras generalmente se diseñan con base en la velocidad de la cinta, el rendimiento por peso (Kg/h o T/h), la potencia en caballos y el espesor del material sobre la cinta.

Los equipos para manipulación de materiales en las instalaciones de procesamiento de residuos son muy comunes y ampliamente utilizados.

Estas instalaciones para manipular materiales, aplican para residuos sólidos municipales no seleccionados y para materiales reciclados en una instalación para su aprovechamiento.

La mayor limitación es el espacio requerido para la instalación de los equipos.

Con la separación manual pueden obtenerse materiales de más alta calidad, pues su implementación en una línea de selección permite la mecanización parcial del proceso e incrementa la eficacia y seguridad laboral.

Imagen No. 3: Cintas transportadoras de residuos sólidos





Fuente: Guía para selección de Tecnologías de Manejo Integral de Residuos Sólidos (Ministerio Del Medio Ambiente, Colombia)

2.4.1. Tratamientos biológicos.

Proceso de descomposición aeróbica

La descomposición aeróbica se realiza a través de microorganismos y hongos aeróbicos que descomponen la materia orgánica.

Esta descomposición ocurre comúnmente en la naturaleza, pero cuando es llevada a un proceso productivo se le conoce como un proceso de compostaje; es un proceso físico, químico y microbiológico cuyo objetivo es la producción de compost.

El compost, es el principal producto del compostaje y está constituido por partículas finas y oscuras de materia orgánica estabilizada. Es utilizado como fertilizante y enmienda orgánica para fortalecer el suelo para agricultura, silvicultura, mantenimiento de parques y jardines, reforestación, entre otros.

El proceso del compostaje se realiza en 3 etapas:

1. Preparación de la materia prima: Esta etapa busca generar cambios en algunas propiedades físicas de la materia prima como el tamaño de partícula, a partir de algún equipo de trituración.

2. Compostaje Activo: Es la etapa donde ocurre una rápida descomposición de la materia orgánica, debido a una alta actividad biológica que además tiene la mayor demanda de oxígeno de todo el proceso.

3. Maduración: En esta etapa diversos microorganismos degradan estructuras orgánicas más complejas, por lo que es una etapa más lenta que la anterior, alcanza temperaturas más bajas y tiene una menor demanda de oxígeno. De este proceso se obtiene un compost maduro y estabilizado.

Compostaje.

El tratamiento biológico en estas instalaciones tiene como principal objetivo valorizar la Fase Orgánica mediante un proceso aerobio (compostaje) o anaerobio (biometanización).

En el primer caso se obtiene como producto principal el *compost* y en el segundo el *biogás,* que se puede utilizar como combustible, y el fango o digestato que es mezclado con residuos de poda para su compostaje y posterior uso como mejorador orgánico de suelos con aporte de nutrientes. Las tecnologías y procesos utilizados en cada caso son diferentes.

Compostaje en pila

Corresponde a un sencillo método al aire libre donde se apila la materia orgánica, con una altura y ancho suficiente que permita mantener la temperatura óptima en el interior, donde ocurre el proceso de descomposición.

La aireación se produce de forma pasiva por difusión del oxígeno al interior de la pila.

Para facilitar el proceso de aireación, también se realizan volteos a la pila, para lo cual se pueden usar máquinas o personal con palas, dependiendo del volumen, número de pilas y del espacio donde se esté realizando el proceso de compostaje.

El volteo también cumple un rol homogeneizador, ya que al momento del volteo, se mezcla el interior y exterior de la pila, la cuales se encuentran en otras condiciones de temperatura, concentración de oxígeno y conversión de la materia prima.

Existen otros métodos de aireación para las pilas, los cuales son sistemas de aireación activa donde se integran tuberías con perforaciones al interior de la pila por donde puede pasar aire y suministrar oxígeno desde el interior (aireación positiva), o se puede extraer el aire del interior de la pila generando una difusión forzada desde el ambiente al seno de la pila (aireación negativa).

La aireación forzada permite que el proceso sea más rápido que en el caso del volteo ya que existe un control de la concentración de oxígeno en el interior de la pila.

Los lixiviados generados en el proceso escurren a la tierra o a la superficie donde se encuentre la pila.

Por lo general no existe gestión de estos, sin embargo si la pila se encuentra sobre una superficie no terrosa es posible controlar los posibles problemas que puedan generar los lixiviados.

Para la aplicación de esta alternativa es necesario contar con una superficie extensa para apilar la materia orgánica.

Esta técnica es muy común y puede ser realizada tanto en ambientes cerrados como abiertos.

Imagen No. 4 : Compostaje en pilas.





Fuente: Evaluación de Tecnologías para la Reutilización, Valorización y Disposición de Residuos Orgánicos (CUETO Nicolás, 2017)

Compostaje en reactor

Estas tecnologías son más sofisticadas e involucran un reactor de acero, concreto o fibra de vidrio reforzada y pueden operar en un lugar cerrado.

En estos reactores es posible controlar diversos aspectos del proceso, como la humedad mediante la recirculación de lixiviados y la concentración de oxígeno a través de la aireación.

Existen diversos tipos de reactores que pueden realizar el proceso, pero estos se pueden resumir en dos:

Reactor de Flujo Pistón Vertical:

En este reactor se introduce la materia orgánica por la parte superior y va descendiendo con ayuda de la gravedad mientras el compost se retira por la parte inferior del reactor, así mismo la aireación ocurre a contracorriente siendo inyectada desde la parte inferior del reactor.

Imagen No.5 : Reactor de flujo vertical



Fuente: Evaluación de Tecnologías para la Reutilización, Valorización y Disposición de RS (CUETO Nicolás, 2017)

Reactor de Flujo Pistón Horizontal:

En este caso la materia prima entra por un costado del reactor, mientras que por el otro costado sale el compost, la aireación se realiza a través de todo el reactor.

Para que se dé el movimiento de la materia orgánica se pueden utilizar tornillos sin fin, una cinta transportadora o que el reactor sea del tipo tambor rotatorio

Estos reactores en general tienen un costo de inversión más alto que el de pilas, por la estructura del reactor, también tiene un costo de operación mayor debido a que es necesario inyectar aire, recircular lixiviados, y en caso de los reactores horizontales es necesario transportar la materia orgánica a través del reactor.

Vermicompostaje

El vermicompostaje es un proceso parecido al del compostaje, pero además de microorganismos se utilizan lombrices, en particular la especie Eisenia foetida.

De este proceso de descomposición se obtiene como resultado el humus, el cual es más rico en nutrientes que el compost.

El proceso se realiza al aire libre en lechos o camas de residuos orgánicos, por lo que es necesaria un área que permita alojar los lechos. Para un correcto funcionamiento es necesario humedecer las camas, así evitar la proliferación de depredadores.

Para recuperar el humus es necesario separar la tierra de las lombrices, por lo que se utilizan métodos mecánicos para ésta separación como el tamizado.

Los costos de inversión son levemente más altos que los del compostaje en pila, debido a que es necesario construir las camas, además los costos operacionales también son más altos que los del compostaje en pila por el uso de agua y de los mecanismos de separación.

Imagen No.6: Vermicompostaje



Fuente: Evaluación de Tecnologías para la Reutilización, Valorización y Disposición de Residuos Orgánicos (CUETO Nicolás, 2017)

2.4.2. Tipos de Tecnologías Anaeróbicas.

Biodigestión Húmeda.

Es un proceso en el que se trata residuos semihúmedos o húmedos como es el caso de lodos activados, residuos lácteos como sueros o residuos alimentarios como zumos. En la etapa de preparación de la materia prima se debe reducir el tamaño de partícula, además es necesario retirar sólidos suspendidos y sedimentables.

El resultado del proceso es un digestato con una humedad entre el 70% y 90% por lo que es necesario retirar agua para ocupar el digestato como bioabono; el agua retirada es recirculada a la etapa de preparación de materia prima. Por otro lado, el biogás obtenido es capaz de producir entre 110 y 160 kWh por tonelada de residuo.

En general los costos de inversión son los más altos por tener el pretratamiento más complejo (la eliminación de sólidos suspendidos y sedimentables) y usar reactores más grandes debido al extra de agua. Sin embargo, al ser líquida la sustancia que entra al reactor, su transporte es más simple.

Biodigestión semiseca.

En esta tecnología la humedad del residuo debe estar cerca del 60% al 80 %, como por ejemplo residuos del procesamiento de alimentos. Al igual que en el caso húmedo es necesario reducir el tamaño de partícula y agregar agua por cada tonelada de residuo.

El digestato producido en el proceso tiene una humedad entre el 70% y 90% por lo que también se necesita retirar agua, la cual también es recirculada como en caso húmedo. Bajo este sistema se produce biogás que puede ser aprovechado.

Generalmente los costos de inversión no son tan altos como el caso húmedo, pero usa reactores más grandes que en el caso seco, además la materia prima pretratada se comporta como un fluido, simplificando la operación en comparación con el proceso seco.

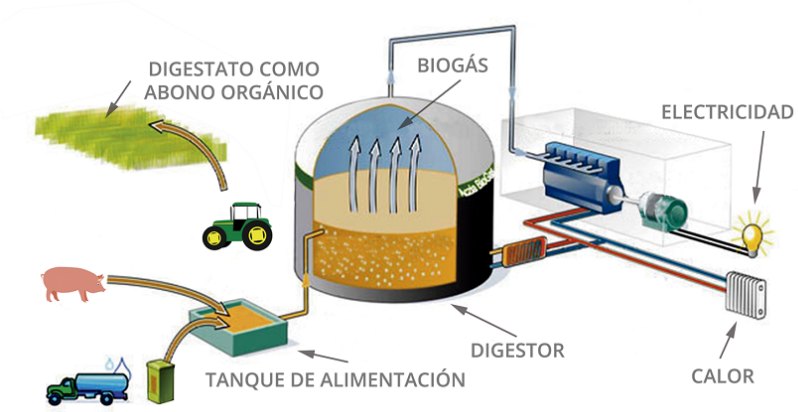
Biodigestión seca.

En este caso la materia prima debe tener una humedad menor al 60% como los residuos de jardinería. La materia prima debe tener un tamaño de partícula menor a 20 [cm] y se agrega una cantidad menor de agua por tonelada de materia prima que en los anteriores.

El digestato producido tiene entre un 50% y 60% de humedad por lo que no siempre es necesario retirar agua. El biogás que se genera puede ser más rico en metano que en la biodigestión semi seca y húmeda.

Los costos de inversión son los más bajos entre los tres, pero la operación es más compleja debido a que es necesario mover un sólido dentro del reactor.

Gráfico No. 4: Proceso de producción de Biogás.



Fuente: Evaluación de Tecnologías para la Reutilización, Valorización y Disposición de Residuos Orgánicos (CUETO Nicolás, 2017)

2.4.3. Tratamiento Mecánico Biológico (TMB)

Las plantas de tratamiento mecánico biológico de residuos sólidos urbanos (RSU) son instalaciones donde se lleva a cabo el tratamiento diferenciado de la fracción orgánica y de los materiales reciclables contenidos en los Residuos Sólidos Urbanos.

Estas plantas se pueden clasificar en función del tipo de residuos tratados, de las diferentes etapas que conforman el proceso, del grado de automatización, de las tecnologías utilizadas para la recuperación de materiales reciclables, etc. Por lo que, dependiendo del tipo de planta, las características de las corrientes de materiales y rechazo generadas serán diferentes, así como su rendimiento.

El tratamiento mecánico biológico (TMB) de residuos sólidos urbanos (RSU) es el término genérico que engloba diferentes tecnologías para la transformación de los RSU.

Estas tienen como finalidad procesar los materiales para recuperar aquellos que sean reciclables, transformándolos en productos comercializables. Por una parte, mediante un tratamiento mecánico, se separan y clasifican los diferentes materiales reciclables (vidrio, papel/cartón, metales, plásticos, etc.) que serán aprovechados posteriormente.

Por otra parte, mediante un tratamiento biológico, se estabiliza la fracción orgánica y se transforma en un material bioestabilizado o en compost, haciendo que disminuya su volumen y degradabilidad. Con estas acciones se disminuye el volumen de residuos destinado a vertedero (vertedero sanitariamente controlado).

Las plantas de TMB se pueden clasificar en función del tipo de residuos tratados; las diferentes etapas que conforman el proceso; el grado de automatización, o las diferentes tecnologías utilizadas para la recuperación y transformación de los residuos. Por lo que, dependiendo del tipo de planta, se obtendrán corrientes de materiales recuperados y de rechazos en mayor o menor cantidad y con calidades distintas.

Etapas del proceso de tratamiento.

Las etapas del proceso de tratamiento que pueden llevarse a cabo en las diferentes plantas son las siguientes:

Pretratamiento: primera etapa en la cual se separan de forma manual o mecánica elementos voluminosos que pueden entorpecer el proceso aguas abajo de la planta. Incluye también la apertura de bolsas y la primera separación por tamaño, forma o densidad de la fracción orgánica.

Tratamiento mecánico: etapa en la que se utilizan procesos mecánicos y manuales para separar y clasificar los materiales reciclables contenidos en los RSU mezclados. Para ello, existe una amplia variedad de tecnologías y equipos distintos.

Tratamiento biológico: etapa en la que se utilizan procesos biológicos para la conversión y estabilización del biorresiduo o faso orgánico. Esta puede llevarse a cabo de dos formas: mediante compostaje (tratamiento aerobio) o mediante biometanización (tratamiento anaerobio).

Control de calidad y adecuación de los materiales reciclables: etapa en la que una serie de operarios revisan que la separación de los materiales reciclables se haya realizado correctamente, adecuándose para su tratamiento posterior según las características propias.

Gestión de rechazos: etapa en la cual se manipulan, prensan y/o almacenan los materiales no reciclables (rechazos) para su disposición final en relleno sanitario o valorización energética.

Procesos de tratamiento mecánico

Los procesos por tratamientos mecánicos en las plantas de TMB tienen varios objetivos: eliminar componentes voluminosos que pueden dificultar o impedir las etapas de tratamiento posteriores; cambiar las características físicas de los materiales; clasificar y separar los materiales; refinar los productos obtenidos facilitando su posterior uso, y servir para fines específicos dentro de los procesos biológicos. Los procesos que existen son: la reducción de tamaño (trituración), el mezclado y homogeneización, la clasificación y separación, la densificación (compactación) y la manipulación de los materiales incluyendo su carga, transporte y almacenamiento (Velis et al., 2010).

En función de cómo se llevan a cabo los anteriores procesos las plantas de TMB se pueden clasificar en dos tipos:

Automáticas (AUT): En estas plantas la recuperación se realiza de forma totalmente automatizada mediante diferentes tecnologías o equipos, que consiguen separar de la corriente de residuos los materiales reciclables.

Manuales (MANU): En ellas el proceso de separación se hace principalmente de forma manual. La corriente de residuos pasa por una cabina donde una serie de operarios se encargan de seleccionar y clasificar los diferentes materiales.

Procesos de tratamiento biológicos

El tratamiento biológico en estas instalaciones tiene como principal objetivo valorizar la fracción orgánica mediante un proceso aerobio (compostaje) o anaerobio (biometanización).

Otro proceso aerobio que se considera en una planta TMB es el *biosecado* que consiste en evaporar el agua de un sustrato biodegradable mediante el calor generado por la actividad de los microorganismos.

El *biosecado* de los residuos es interesante, entre otros, para secar residuos sólidos urbanos mezclados y con ello mejorar la separación mecánica y manual de los materiales reciclables (Robles-Martínez, F., 2011).

Los procesos utilizados en la etapa anaerobia se pueden clasificar en dos tipos:

Proceso discontinuo (PD): En este sistema el tanque digestor se llena completamente de sustrato fresco y se cierra. La mezcla se mantiene uniforme mediante agitación y la producción de biogás aumenta progresivamente hasta alcanzar un máximo y posterior decaimiento. Una vez finalizado el proceso, el tanque se vacía conservando una pequeña parte del digestato para inóculo de la nueva carga.

Proceso continuo (PC): En este sistema la alimentación del digestor es continua. Como resultado se obtiene un flujo constante de gas y de digestato. Se produce una recirculación de parte de los microorganismos salientes del sistema.

Clasificación de las plantas de TMB

Tras estudiar todas las alternativas que permiten diferenciar las plantas de TMB, se ha realizado una clasificación general de las mismas. Las plantas de TMB que admiten residuos sólidos urbanos mezclados se pueden clasificar en cuatro grandes grupos:

Plantas de triaje (PT): Este tipo de instalaciones están formadas por una única etapa mecánica que se divide en tres subetapas: pretratamiento de los residuos entrantes; recuperación de los materiales reciclables, y control de calidad y adecuación de los materiales recuperados para su entrega a empresas recicladoras.

Suele aparecer en ciudades donde existe una recogida selectiva de la Fracción Orgánica o un sistema de recogida húmedo-seco, lo que limita la presencia de materia orgánica en el contenedor de residuos mezclados. También se da como un tratamiento previo a la valorización energética.

Plantas de recuperación y compostaje (PRC): Están compuestas por una etapa mecánica y otra biológica. La etapa mecánica se divide en tres subetapas: pretratamiento de los residuos entrantes; recuperación de los materiales reciclables, y control de calidad y adecuación de los materiales recuperados. La etapa biológica está formada por dos subetapas: Compostaje de la fracción orgánica y afinado del material bioestabilizado.

Plantas de biosecado y recuperación (PBSR): Están formadas primeramente por un pretratamiento mecánico y, a continuación, se procede al biosecado de los residuos.

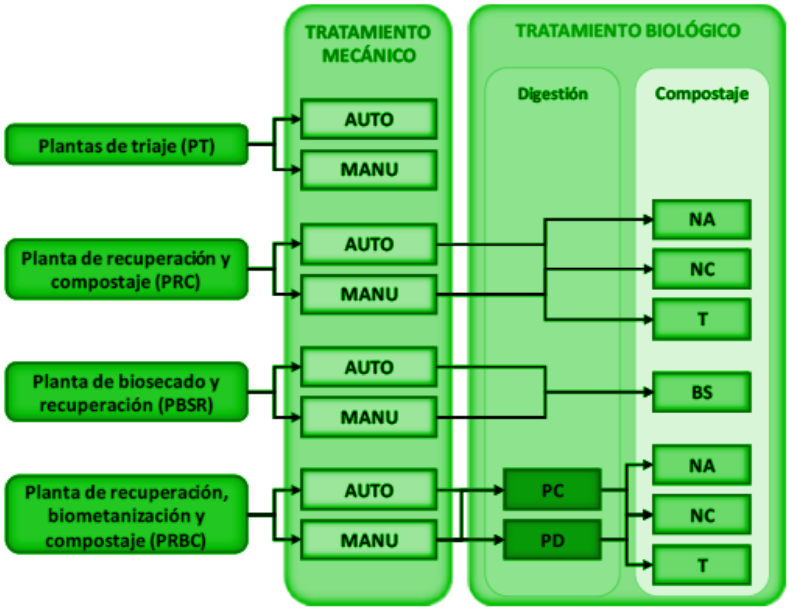
Posteriormente se divide mecánicamente en fracción seca (fracción no biodegradable) y fracción húmeda (fracción orgánica). La primera se destina a la recuperación de los materiales y posterior acondicionamiento para su entrega a recicladores. La segunda pasa a la etapa de maduración del biosecado y posterior afino.

Plantas de recuperación, biometanización y compostaje (PRBC): Están formadas por una primera etapa mecánica idéntica a la de las PRC, donde se recuperan los materiales reciclables y se separa la fracción orgánica, la cual pasa a la etapa biológica para su bioestabilización.

La etapa biológica se lleva a cabo mediante tres subetapas: Biometanización o digestión de la fracción orgánica, compostaje del digestato mezclado con restos de poda y afinado del material bioestabilizado.

Para cada uno de los cuatro grupos anteriores existen diferentes alternativas en las etapas de tratamiento mecánico y biológico, por lo que se pueden obtener 22 tipos de plantas de TMB de residuos sólidos urbanos mezclados.

Gráfico No. 5: Alternativas de TMB de RSU mezclados.



Fuente: El tratamiento mecánico biológico de residuos sólidos urbanos: tipos de plantas, tecnologías y equipamientos disponibles (Edo-Alcón, Natalia; Gallardo Izquierdo, Antonio, 2019)

Las plantas de TMB se pueden conformar de diferente forma en función del tipo de residuos tratados y de la tecnología disponible.

Este hecho es de suma importancia, puesto que determinará la cantidad y calidad de las corrientes de materiales recuperados y de los rechazos generados.

En cuanto al proceso biológico, cabe destacar que las plantas donde se trata la fracción orgánica recogida selectivamente son más eficientes, lo que permite producir un compost de alta calidad y de mayor uso.

Imagen No. 7: Planta de Tratamiento Mecánico Biológico de Buenos Aires.



Fuente: CEAMSE Norte II (Buenos Aires, 2013)

2.4.4. Tecnologías Disponibles para el Aprovechamiento Energético de Residuos.

El término"Waste-to-Energy" hace referencia a una familia de tecnologías de tratamiento de residuos para recuperar energía en la forma de calor, electricidad o combustibles alternos, tales como el biogás.

El alcance del término 'Waste-to-Energy' es sumamente amplio, y abarca un rango de tecnologías de diferente escala y complejidad. Puede incluir la producción de gas para cocina en digestores domésticos a partir de residuos orgánicos, la recolección de gas metano de rellenos sanitarios, el tratamiento térmico de residuos en plantas de incineración del tamaño de una compañía de servicios, el coprocesamiento de Combustible Derivado de Residuos (CDR) en plantas cementeras o la gasificación.

Estas tecnologías aprovechan diferentes flujos de residuos y tienen funciones y características distintas, por lo que su aplicabilidad debe evaluarse en forma independiente con base en el contexto local y el flujo de residuos en cuestión.

El aprovechamiento energético de residuos por sí solo no podrá resolver los problemas; deberá formar parte de un sistema de gestión integral de residuos sólidos integral hecho a la medida, según las condiciones locales específicas con respecto a la composición de los residuos, su recolección y reciclado, el sector informal, retos ambientales, financiamiento, el precio de recursos y otros aspectos.

Incineración de residuos sólidos urbanos.

La incineración de residuos sólidos urbanos (IRSU) es la quema de residuos en un proceso controlado dentro de instalaciones específicas construidas para tal propósito.

El objetivo principal de la IRSU es reducir el volumen y la masa de RSU, y convertirlos químicamente en materiales inertes en un proceso de combustión sin la necesidad de agregar combustible adicional (combustión autotérmica).

Siempre existe un 25% de residuos de la incineración en la forma de escoria (ceniza de fondo) y cenizas volantes. La ceniza de fondo consiste de partículas finas que caen al fondo del incinerador durante la combustión, mientras que las cenizas volantes hacen referencia a las partículas finas en los gases de escape que deben ser eliminadas mediante un tratamiento del gas de combustión.

Estos residuos requieren atención adicional y, en el caso de cenizas volantes peligrosas, un lugar seguro para su disposición final.

Durante la incineración se generan gases de escape que, después de su limpieza, se liberan a la atmósfera a través de una tubería y canal llamado conducto. Estos gases de combustión contienen la mayor parte de la energía disponible de los combustibles en forma de calor, al igual que polvos y contaminantes gaseosos del aire que deben eliminarse mediante un proceso de purificación del gas de combustión. El calor excesivo de la combustión se puede usar para generar vapor y producir electricidad, para calentamiento/enfriamiento por redes o para suministrar vapor a procesos industriales cercanos.

Plantas que utilizan la cogeneración de energía térmica (calentamiento y enfriamiento) junto con la generación de electricidad pueden alcanzar eficiencias óptimas de un 80%, mientras que la generación de electricidad por sí sola únicamente alcanzará eficiencias máximas de tan solo 20%.

La IRSU está diseñada para el tratamiento de volúmenes de residuos domésticos típicamente mezclados y sin tratar, y de algunos tipos de residuos industriales y comerciales. Un parámetro clave es el contenido de energía, conocido como poder calorífico inferior (PCI) en MJ/kg.

En países en vías de desarrollo, el PCI de los RSU no separados a menudo está por debajo de este umbral debido al predominio del contenido orgánico con altos niveles de humedad y un importante nivel de fracciones de residuos inertes, tales como cenizas o arenas.

Coprocesamiento

El coprocesamiento es el uso de materiales derivados de residuos para reemplazar recursos minerales naturales *(reciclado de materiales)* y/o combustibles fósiles tradicionales como carbón, combustóleo y gas natural *(recuperación de energía)* en procesos industriales.

El coprocesamiento se aplica a nivel mundial principalmente en la industria cementera y en plantas termoeléctricas; en algunos casos también en la industria de acero y cal.

En plantas termoeléctricas donde sólo tiene lugar la recuperación de energía, esto se conoce como coincineración.

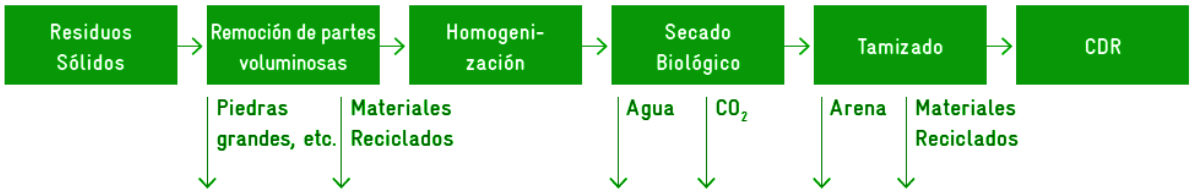
El coprocesamiento en plantas cementeras también se ha vuelto una parte común de sistemas de gestión de residuos en numerosos países en vías de desarrollo y emergentes.

El coprocesamiento requiere flujos de residuos relativamente homogéneos con una característica definida para asegurar una combustión controlada.

Mediante diferentes procesos de tratamiento previo (preprocesamiento), los residuos se pueden transformar en llamados Combustibles Derivados de Residuos (CDR); también se emplean los acrónimos AFR (materias primas y combustibles alternos) y CSR (combustibles sólidos recuperados).

El coprocesamiento puede aprovechar fácilmente los CDR que son obtenidos a través de una planta de Tratamiento Biológico Mecánico (TMB) tal como se presenta en el siguiente esquema:

Gráfico No. 6: Proceso genérico del flujo del TMB para la generación de CDR.



Fuente: Opciones para el aprovechamiento energético de residuos en la gestión de residuos sólidos urbanos (GIZ, 2017)

La idoneidad de los residuos para coprocesamiento depende de sus características y del tipo de industria donde se aplica el proceso.

Digestión anaerobia (DA) para la producción de biogás.

La digestión anaerobia (DA) es la descomposición de materia orgánica mediante microorganismos en ausencia de oxígeno libre.

Para ese propósito se usa un reactor hermético, llamado digestor anaeróbico, para proveer las condiciones favorables para que los microorganismos convierten la materia orgánica, el sustrato, en biogás y un residuo sólido-líquido llamado digestivo.

El digestato se puede aprovechar como fertilizante orgánico cuando el sustrato viene separado desde su punto de origen, y es residuo orgánico no contaminado.

El biogás es una mezcla de diferentes gases que se pueden convertir en energía térmica y/o eléctrica.

El gas metano inflamable (CH4) es el portador principal de la energía en el biogás y su contenido varía entre 50 y 75% dependiendo del sustrato y de las condiciones de operación.

Debido a su bajo contenido de metano, el poder calorífico del biogás es aproximadamente una tercera parte del de gas natural por lo que no es una alternativa de sustitución.

La DA en digestores a menor escala ha tenido una larga tradición en países en vías de desarrollo para aprovechar el contenido energético de residuos orgánicos en contextos rurales.

Por lo mismo, existen pocos ejemplos de éxito de plantas de biogás de RSU en países en vías de desarrollo. Un reto mayor en la operación exitosa de la DA es la capacidad de garantizar fracciones de residuos orgánicos consistentemente bien separadas.

La DA sólo se presta para el procesamiento de materia orgánica, es decir biomasa.

La Digestión Anaeróbica con aprovechamiento de biogás puede llegar a complementar otras tecnologías y prácticas de gestión de RSU.

Captura de gas de relleno sanitario.

La Captura de Gas de Relleno Sanitario (GRS) se debe considerar como un componente esencial para parcialmente mitigar los impactos climáticos negativos de la operación de rellenos sanitarios (RS).

Los rellenos sanitarios son una práctica internacionalmente adoptada y aceptada en países en vías de desarrollo y, en muchos casos, la única opción para tratar y almacenar residuos recolectados en forma controlada.

Aunque los RS son una mejora si se comparan con los vertederos a cielo abierto y sin control, también tienen impactos ambientales negativos en el largo plazo, como la emisión de gas metano de relleno sanitario con alto potencial de calentamiento global.

Otros incluyen la pérdida de valiosos recursos en los residuos de los rellenos sanitarios, así como la presencia de compuestos olorosos y tóxicos.

El metano en el gas de relleno sanitario, se forma por la digestión anaerobia de materia orgánica en el cuerpo del relleno sanitario, que es como un tipo de reactor biológico sobredimensionado.

Para recolectar el GRS, se insertan tuberías perforadas en el sitio de disposición de residuos para capturar el gas. Estas tuberías se pueden instalar en posición vertical u horizontal. El gas entra en los tubos perforados y se transfiere a un sistema de purificación de gas para eliminar en particular el ácido sulfhídrico. Después de la limpieza, el gas se puede usar.

El gas de relleno sanitario no se debe considerar una tecnología de aprovechamiento energético de residuos primaria, sino una tarea obligatoria de las ciudades que tienen que manejar rellenos sanitarios porque no tienen otra opción.

La recolección de GRS se considera una oportunidad para rellenos sanitarios existentes más que para nuevos proyectos de aprovechamiento energético de residuos. La captura de GRS puede mitigar algunos de los impactos de un relleno sanitario, sin embargo, el bajo índice de eficiencia de la captura de gas durante el ciclo de vida del RS es prueba de la dificultad de mitigar los impactos de contaminantes climáticos de los rellenos sanitarios.

Pirólisis y gasificación.

La gasificación y la pirólisis, más adelante también llamada “pirólisis de plasma”, se consideraban alternativas técnica y financieramente viables a la incineración de residuos y fueron etiquetadas con la calidad de tecnologías no contaminantes, a diferencia de la incineración.

Al igual que la incineración de residuos, el objetivo de las TA es el tratamiento de los residuos para reducir su volumen y peligrosidad, al mismo tiempo de capturar (y concentrar) o destruir sustancias potencialmente dañinas.

El proceso ofrece también un medio para recuperar energía, contenido mineral y/o químico de los residuos en la forma de productos de “reciclaje” útiles como gas de síntesis, combustóleo, carboncillo o coque

No se registran experiencias exitosas en el tratamiento de volúmenes mayores de RSU mixtos debido a su composición tan heterogénea.

Por ello, la pirólisis puede ser una opción para el tratamiento final de flujos de residuos específicos, como suelos contaminados, residuos clínicos o residuos peligrosos industriales/comerciales de un solo tipo.

No se recomienda ni para residuos urbanos mezclados, ni para entornos donde se necesitan tecnologías robustas y probadas.

2.5. Empleos verdes en el sector reciclaje.

El reciclaje desempeña un papel fundamental en el desarrollo sostenible y la economía circular. Además de los beneficios ambientales, también contribuye significativamente a la creación de empleo en diferentes sectores de la economía.

La principal característica de la Economía Circular es su naturaleza sistémica: la circularidad redefine las relaciones entre sectores. Entre los pilares de ese modelo, se encuentra el posicionamiento del residuo como insumo o materia prima de otros sectores. En este sentido, las oportunidades de empleo también deben reinterpretarse para ser entendidas en su versión ampliada, ya que los empleos creados en la fase de producción, como consecuencia de la mayor circularidad de los bienes y servicios, originan oportunidades de empleo en otros segmentos de la cadena de valor como los sectores de investigacion y desarrollo (I+D), innovación, comercialización, etc. sienta las bases para avanzar hacia la circularidad, también dispone cambios en la manera tradicional de producir y utilizar los bienes y servicios, de manera que las medidas que adopta se asocian con un impacto potencial sobre la producción y el empleo, ya sea porque se espera la creación de nuevas ocupaciones o porque algunos procesos productivos se descontinúan en favor de técnicas más sostenibles.

2.5.1. Enfoque para la generación de empleos verdes

Para la OIT, son empleos que:

- Reducen el impacto medioambiental de las empresas y de los sectores económicos a niveles sostenibles;
- Fomentan la eficiencia energética,
- Reducen el consumo de materias primas, los desechos y la contaminación;
- Evitan las emisiones de gases de efecto invernadero
- Restablecen los servicios del ecosistema y protegen a la biosfera

- Tienen también un amplio potencial de creación de empleo: pueden crearse en todos los sectores y empresas, en zonas rurales y urbanas, y pueden ser empleos directos o empleos indirectos

- No dependen del nivel de desarrollo de un país: pueden crearse en países de renta alta, media o baja.

Los empleos verdes son aquellos que contribuyen a preservar y regenerar el medio ambiente a partir de factores tales como: el aumento de la eficiencia del consumo de la energía, del agua y de las materias primas; la minimización de toda forma de desechos y contaminación; la limitación de las emisiones de gases de efecto invernadero; la protección y la restauración de los ecosistemas y la biodiversidad; y el aporte a la adaptación al cambio climático

- Potencial de crecimiento: A medida que aumenta la conciencia sobre la importancia de la sostenibilidad, se espera que la demanda de servicios de reciclaje y gestión de residuos aumente, lo que creará más oportunidades laborales en el sector.

- Diversidad de empleos: Desde recolectores de materiales reciclables hasta ingenieros en el diseño de procesos de reciclaje y especialistas en gestión de residuos, hay una gama de oportunidades laborales para diferentes perfiles profesionales.

- Importancia del empleo informal: En muchos países de América Latina, el empleo informal desempeña un papel importante en la gestión de residuos y el reciclaje. Es esencial tener en cuenta esta dimensión en el análisis de empleos verdes, ya que los recolectores informales pueden contribuir significativamente a la recuperación de materiales reciclables.

- Políticas y regulaciones: Las políticas y regulaciones gubernamentales desempeñan un papel clave en el desarrollo del sector del reciclaje y la generación de empleos verdes. Es importante analizar cómo las políticas en cada país pueden fomentar o limitar el crecimiento del sector y la generación de empleos sostenibles.

- Beneficios económicos y sociales: El desarrollo del sector del reciclaje y los empleos verdes también puede tener un impacto positivo en la economía local, al promover la innovación y la competitividad.

- Participación del sector privado y la sociedad civil: Es importante analizar el papel de cada uno de estos actores en la generación de empleos verdes y el impulso de la economía circular.

Dadas estas asimetrías, la evaluación del empleo existente y potencial no puede abordarse con una metodología única. Se utilizan diversas metodologías para estimar la dimensión de los empleos ambientales actuales y se estudian las características de los mismos para comprobar el grado de cumplimiento de los estándares de trabajo decente.

2.5.2. Características del empleo en Bolivia.

Para entender el punto de partida de los empleos en la GIRS y sus características previamente debemos contextualizar la situación actual del empleo en el país.

Segun el boletin estadistico del INE los resultados de los principales indicadores de empleo en el área urbana al cuarto trimestre de 2022 son:

- La Población Económicamente Activa (PEA) llegó a 4 millones 588 mil personas, lo que significó una variación positiva de 0,7% con relación al mismo trimestre del año anterior.
- La Tasa Global de Participación que refleja la oferta de mano de obra que participa o está disponible para la producción de bienes y servicios, al cuarto trimestre de 2022 alcanzó 73,2%.
- La población ocupada en el área urbana alcanzó a 4 millones 390 mil personas, con una variación positiva de 1,62% respecto al cuarto trimestre de 2021 (4 millones 320 mil personas).
- La Tasa de Desocupación al cuarto trimestre de 2022 fue de 4,3%, lo que significó una reducción de 0,9 p.p. respecto a similar período en 2021 (5,2%).

Cuadro No. 6: Bolivia - Urbana

Población ocupada de 14 años o más edad según actividad económica 4T 2021 -4T 2022 (En miles de personas y en porcentaje)

Actividad económica	4T 2022	Variación porcentual respecto al año anterior
Comercio	1095	0,01
Industria manufacturera	604	-6,07
Construcción	378	0,31
Transporte y almacenamiento	435	13,31
Alojamientos y comidas	480	7,32
Servicios de educación	213	7,78
Adm. pública, defensa etc	128	0,98
Otras ramas de actividad	1058	-0,82
Total	**4391**	**1,62**

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (INE Boletín sobre empleo 2022)

Poblacion ocupada segun grupo de edad y sexo.

Al cuarto trimestre de 2022 los jóvenes de 16 a 28 años representan el 28,5% de la población ocupada, la misma está conformada por 698 mil hombres y 553 mil mujeres.(INE Boletin sobre empleo 2022)

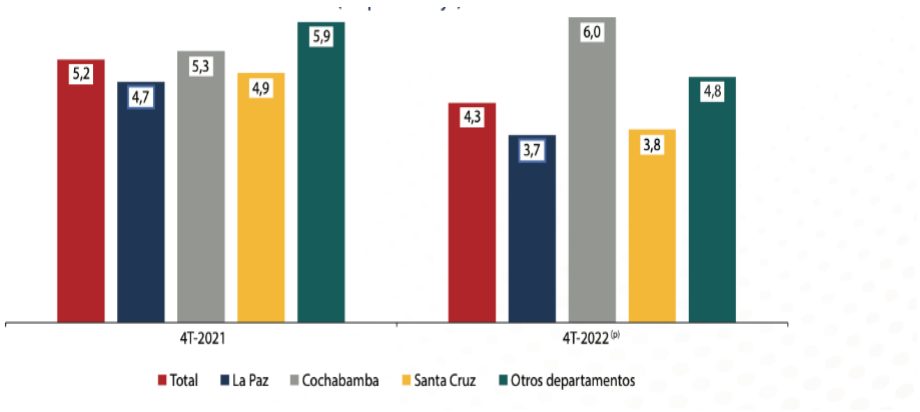
En relación al total de ocupados, se observa una mayor participación laboral de los hombres en comparación a las mujeres en todos los grupos de edad.

Tasa de desocupación urbana de la población de 14 años o más edad según Departamento.

Al cuarto trimestre de 2022, se tiene una importante reducción de las tasas de desocupación en las áreas urbanas de los departamentos de La Paz y Santa Cruz, sin embargo, se observa un incremento de la tasa de desocupación de Cochabamba. Por otro lado, y en conjunto, se observa una reducción de la tasa de desocupación de los otros departamentos.(INE Boletín sobre empleo 2022).

Gráfico No. 7: Bolivia - Urbana

Tasa de desocupación de la población de 14 años o más edad según Departamentos 4T 2021 -4T 2022 (En porcentaje)



Fuente: Instituto Nacional de Estadística (INE Boletín sobre empleo 2022)

Tasa de desocupación en los países de la región

La tasa de desocupación urbana al cuarto trimestre de la gestión 2022, alcanzó a 4,3%, este indicador junto a la de Ecuador (5,2%) se encuentran entre las más bajas de la región. (INE Boletín sobre empleo 2022)

Luego de las medidas adoptadas por la pandemia del COVID-19, todos los países de la región registraron un aumento en sus tasas de desocupación durante la gestión 2021. Sin embargo, de acuerdo con el último dato disponible de cada país, se observa una reducción de las estimaciones de la tasa de desocupación.

Cuadro No. 7: Tasa de desocupación por país periodo 4T 2021 -4T 2022
(En porcentaje)

PAÍS	INDICADOR	4T 2020	4T 2021
Colombia	Tasa de desocupación	16,4	12,2
Chile		11,4	8
Perú		13	10,7
Brasil		14,2	11,1
Paraguay		8,8	8,2
Argentina		11	7,2
Bolivia		8,4	5,2

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (INE Boletín sobre empleo 2022)

Calculo de empleo en América Latina

Para llevar a cabo este informe, se recopiló información de diversas fuentes, incluyendo informes gubernamentales, estudios académicos, informes de organizaciones internacionales y datos de instituciones relacionadas con la gestión de residuos y el reciclaje. Se presta especial atención a los países de América Latina, con el objetivo de proporcionar una visión regional sobre el tema.

Según la OIT , existen distintas metodologías para estimar los puestos de trabajo asociados al funcionamiento de los sectores ambientales y para construir escenarios de impacto de las políticas dirigidas a estos sectores. Los métodos de estimación de empleos verdes se pueden agrupar en las siguientes categorías:

- **Inventarios y encuestas**, que dan una medición directa de los empleos en el sector
- **Factores de empleo**, que permiten estimar el empleo total a partir del número de empleos por unidad de producción para cada tipo de tecnología;

En el presente estudio se han utilizado, para el dimensionamiento del sector, a las estadísticas existentes,por entidades gubernamentales y académicas. En segundo término, se han utilizado factores de empleo de uso difundido para estimar el empleo generado por tecnologías específicas, como en el caso de algunas tecnologías de energías renovables.

2.5.3. Empleo directo en el reciclaje a nivel Latinoamérica

El sector del reciclaje genera empleo directo en diversas áreas, como la recolección, transporte, clasificación y procesamiento de materiales reciclables. En muchas regiones, los

recolectores de base, también conocidos como recicladores informales, desempeñan un papel clave en la cadena de valor del reciclaje y constituyen una parte significativa de la fuerza laboral en este sector.

El reciclaje también genera empleo indirecto en sectores relacionados, como la fabricación de equipos de reciclaje, el transporte de materiales reciclables y la producción de bienes y productos reciclados. La cadena de valor del reciclaje ofrece oportunidades laborales en diversos niveles, desde empleos técnicos hasta puestos de gestión y administración.

Los resultados de análisis indican que, por cada empleo creado formalmente en el sector reciclaje se crean 4 empleos si se consideran los efectos directos e indirectos para actividades de recolección, tratamiento y disposición de desechos y de 1,87 empleos para el sector de recuperación de materiales (Hacia la valorizacion de residuos solidos en America Latina y el Caribe- BID 2020)

El empleo en el sector de la gestión y el reciclaje de residuos seguirá creciendo a medida que aumenten las tasas de reciclaje. De los *19 a 24 millones de personas que trabajan actualmente en este sector*, sólo 4 millones tienen un empleo formal.(El trabajo decente en la gestión de residuos-Organización Internacional del Trabajo OIT 2018) La gran mayoría trabajan como recicladores informales en los países en desarrollo, y se cree que en gran parte se trata de mujeres. El reciclaje sólo podrá convertirse en una actividad verdaderamente ecológica si se formaliza esta ocupación. En países como Brasil, Colombia y Sri Lanka, donde los recicladores se han organizado en cooperativas y han creado empresas, ha quedado patente que la formalización puede ofrecer grandes oportunidades para la inclusión social y la mejora de las condiciones de trabajo, la seguridad y la salud y los ingresos.

Se calcula que hasta 4 millones de personas en América latina y el caribe obtienen su sustento de vida mediante la recolección, transporte, separación y venta de materiales reciclables, como cartón, papel, vidrio, plástico y metal (Avances y desafíos para el reciclaje inclusivo-The Economist 2017).

Estas tareas son realizadas en diferentes espacios (vertederos, calles, plantas de clasificación y acopio, parques, condominios, edificios, etc.) y con distintas tecnologías de recolección (a pie con carga manual, triciclos, tricimotos, carros, carros y caballos, camiones), clasificación y transformación (compactadoras,picadoras, trituradoras, lavadoras, bandas de separación, tecles y montacargas).

Históricamente los recicladores eran vistos como un problema a resolver o, incluso, a eliminar. Actualmente, siempre con matices según el país o ciudad, los recicladores de base son crecientemente vistos como parte de la solución al desafío de gestión de RSM y como actores clave de la transición hacia una región más circular.

Los recicladores de base pueden trabajar en la informalidad, la formalidad o en zonas grises que combinan elementos de las dos. También pueden hacerlo solos o formar parte de grupos familiares, emprendimientos cooperativos, asociativos, iniciativas municipales o empresas

privadas. En muchos países, los residuos sólidos tradicionalmente han servido como fuente de trabajo para personas en condiciones de vulnerabilidad, que no cuentan con otras maneras de sostenerse. De modo general, se considera que los recicladores de base constituyen la parte más débil de la cadena de reciclaje, correspondiente según la Organización Internacional del Trabajo al 80% de la industria del reciclado, *estimada en hasta 24 millones de empleos globales*.

Los recicladores proveen a la industria de materia prima indispensable y son responsables del 50% del reciclaje realizado en los países latinoamericanos. A su vez suelen recibir baja remuneración, poco reconocimiento por su labor y tienen una gran exposición a los riesgos sanitarios, ambientales, sociales y económicos. La mayoría se sitúa fuera del sistema formal, lo que implica un riesgo de penalización y la falta de acceso o el acceso limitado a los beneficios de la seguridad social y de la comercialización asociativa o cooperativa. (Hacia un reciclaje inclusivo -BID 2021)

La gestión integral de residuos ofrece oportunidades para formalizar a recicladoras y recicladores, crear nuevos empleos verdes hacia una economía circular y avanzar la acción climática y la agenda de trabajo decente, por ejemplo, con capacitación para el trabajo para valorizar los residuos.

2.5.4. Características sociales del empleo del reciclaje.

En toda ALC, los recuperadores viven y se identifican con el oficio de clasificar residuos, un escenario que generalmente se presenta en un contexto de informalidad, en sectores excluidos socialmente, cuyos integrantes obtienen ingresos marginales dentro de la cadena de valorización de los materiales. Según la Iniciativa Regional para el Reciclaje Inclusivo (IRR), en América Latina y el Caribe *4 millones de personas viven de la recolección y segregación informal de residuos*

Los recicladores de base tienden a pertenecer a los sectores más pobres y vulnerables de la sociedad. Su trabajo —que se realiza en gran medida en vertederos a cielo abierto— los expone a riesgos múltiples, desde condiciones precarias de salud y seguridad hasta la explotación, el acoso y la violencia. Sin embargo, los recicladores de base son también agentes productivos cuyos ingresos sostienen no solo a sus familias, sino también a las comunidades locales.

La mayoría de las personas allegadas a empleos informales en el reciclaje son mujeres hasta un 70%, las mismas ven en el reciclaje una oportunidad de trabajar en horarios que se adecúan a sus necesidades, y que les permite también estudiar o hacer otro tipo de labores. (Una mirada a la realidad de los recolectores en Santa Cruz-Fundación amigarse 2022)

Más de la mitad están en la edad media, y 25% son de la tercera edad, y aproximadamente un 10% son jóvenes de 18 y 19, estudiantes de universidades o institutos, por lo general hijos de recicladores, y que se han independizado. (Una mirada a la realidad de los recolectores en Santa Cruz-Fundación amigarse 2022)

Según publicaciones sobre las ganancias son bastante variables al mes desde los 600 Bs hasta un sueldo mínimo si es que se trabaja todos los días activamente (Una mirada a la realidad de los recolectores en Santa Cruz-Fundación amigarse 2022)

Según la organización panamericana de la salud en Bolivia existen familias trabajadoras, sobre todo mujeres, niños y niñas, que trabajan en el reciclaje informal de la basura electrónica con condiciones precarias que resultan en un riesgo para su salud y de la comunidad por exposición a sustancias peligrosas. A esta conclusión llegaron los expertos que participaron del Seminario Introducción a los riesgos a la salud por exposición a Sustancias químicas de la basura electrónica (RAEE) en Bolivia

Los recicladores proceden de los distritos más pobres de la ciudad o de otras poblaciones de carácter más rural de los alrededores, y en general son mujeres que se encuentran huyendo de la violencia doméstica y con hijos a cargo. Estas personas encuentran en la recolección de materiales una fuente de ingresos que no les pide demasiados requisitos para poder hacerlo.

Con el tiempo, las recicladoras han ido organizándose en pequeñas asociaciones sin personería jurídica, buscando más comprensión y compañerismo que la obtención de algún beneficio real con ello. Sin embargo, la evolución las llevó a crear asociaciones con mínimas estructuras de dirección. De la mano de un proyecto del FOMIN, en 2011 la asociación Red de Recolectores Santa Cruz consiguió personería jurídica y alguna capacidad de negociación, que con el tiempo ha ido mejorando, aunque necesitan permanente apoyo para poder completar el desarrollo de sus capacidades como asociación.

Las asociaciones de recicladores deben mejorar en su capacitación y crecer en número de asociaciones formalizadas, con personería jurídica, lo que les permitirá tener la fuerza necesaria ante las administraciones, intermediarios y las empresas recicladoras. Aspectos que permitirían también poder ofrecer servicios ambientales.

La ciudadanía en general tiene pocos conocimientos de la realidad de los recicladores informales, quienes se encuentran realizando una labor muy dura, por lo que se debería crear políticas de concientización para otorgar apoyo en el trabajo de separación de residuos para facilitarles el trabajo.

El reciclaje no solo contribuye a la generación de empleo, sino que también tiene un impacto económico positivo. El aumento de la actividad económica en el sector del reciclaje y las industrias relacionadas impulsa el crecimiento económico y la competitividad.

Gestión de residuos: Un nuevo modelo de trabajo digno.

El empleo en la gestión de residuos sufrirá cambios sustanciales cuando los países, en particular las zonas urbanas, avancen hacia una economía circular.
La economía circular ofrece un modelo alternativo al actual modelo lineal de extracción, manufactura, uso y descarte. En la economía circular, la extracción de materiales se reduce, y el ciclo de vida del producto se amplía.

Una economía circular global crearía unos 6 millones de empleos netos en todo el mundo para 2030. En comparación con otras regiones del mundo, a largo plazo se prevé que América Latina y el Caribe será las regiones que más se beneficiarán de esta transición, con más de 10 millones de nuevos empleos, especialmente en el sector de los servicios y el reciclaje. (El potencial de la economía circular para crear empleo- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente PNUMA 2019) Esto probablemente aumentaría la proporción de empleo femenino y de empleo altamente cualificado. También podría dar lugar a un mayor número de trabajadores autónomos y trabajadores familiares contribuyentes. Es importante garantizar condiciones de trabajo digno para los trabajadores vulnerables en esta transición hacia una economía circular, ya que estos aumentarán en número.

El desarrollo de competencias laborales es fundamental para aportar prácticas más sostenibles a la gestión de residuos.

En América Latina y el Caribe,se ha demostrado que la formación de cooperativas de recolectores de residuos informales mejora la inclusión social y la actividad económica en Argentina, Brasil y Colombia y más recientemente en otros países.

2.6. Factores de compromiso social de la GIRS a la RMSC.

La evaluación del nivel de conocimiento de la población sobre la GIRS y su impacto en el desarrollo económico y ambiental es importante porque permite identificar las fortalezas y debilidades en la educación y conciencia ambiental en este tema, y así poder diseñar estrategias más efectivas para fomentar la adopción de prácticas más sostenibles en la gestión de residuos sólidos. La educación ambiental es fundamental para lograr un cambio en los hábitos de consumo y producción, y para fomentar la adopción de prácticas más sostenibles en la gestión de residuos sólidos (Chavarra, 2023). Además, la gestión integral de residuos sólidos es un tema que tiene un impacto directo en el desarrollo económico y ambiental, ya que una gestión inadecuada de los residuos puede generar problemas ambientales y de salud pública, así como pérdidas económicas (Hernández, 2020).

Por lo tanto, es importante que la población tenga un conocimiento adecuado sobre las GIRS y su impacto en el desarrollo económico y ambiental para poder tomar decisiones informadas y contribuir a un desarrollo sostenible. La evaluación del nivel de conocimiento de la población sobre la GIRS y su impacto en el desarrollo económico y ambiental es una herramienta clave para lograr este objetivo, ya que permite identificar las necesidades de educación y conciencia ambiental en este tema y diseñar estrategias efectivas para fomentar la adopción de prácticas más sostenibles en la gestión de residuos sólidos (Abreu, ed.al., 2019).

La participación ciudadana en iniciativas como el reciclaje, limpieza de espacios públicos y otras es importante porque permite involucrar a la comunidad en la gestión de residuos sólidos y fomentar la adopción de prácticas más sostenibles en el manejo de los residuos (Vivas, 2022). La participación ciudadana es una herramienta clave para lograr un cambio cultural y promover la adopción de prácticas más sostenibles en la gestión de residuos sólidos, ya que

permite involucrar a la comunidad en la toma de decisiones y en la implementación de soluciones (CEPAL, 2016).

La comunicación, difusión, incentivos y sanciones son factores importantes para lograr el compromiso social en la gestión integral de residuos sólidos (GIRS). La comunicación y difusión son herramientas clave para fomentar la conciencia y la participación ciudadana ambiental en la GIRS. La difusión de información sobre la importancia de la GIRS y su impacto en el desarrollo económico y ambiental puede motivar a la población a adoptar prácticas más sostenibles en la gestión de residuos sólidos (Reyes, Pellegrini & Reyes, 2015). Los incentivos y sanciones son herramientas que pueden ser utilizadas para fomentar la adopción de prácticas más sostenibles en la gestión de residuos sólidos. Los incentivos pueden ser utilizados para motivar a la población a adoptar prácticas más sostenibles, mientras que las sanciones pueden ser utilizados para desincentivar prácticas inadecuadas (Gomez, Montenegro & Vásquez, 2016).

2.7. Teoría de cambio para la GIRS de la RMSC.

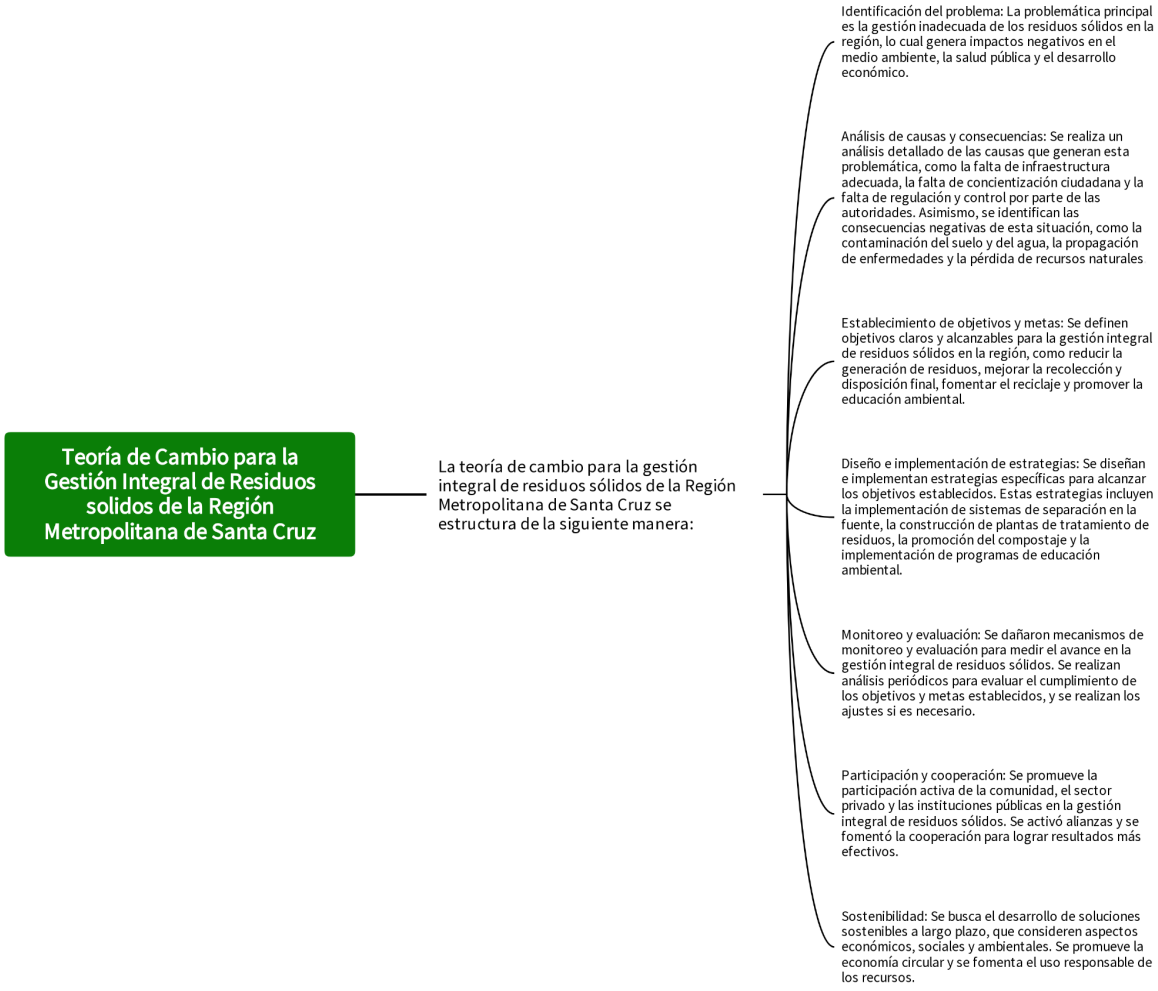
Para la construcción de la teoría de cambio, es necesario realizar un análisis cuantitativo, procesos inclusivos de diálogo y un mapeo del problema identificado, en este caso en particular, con respecto a la GIRS para la Región Metropolitana de Santa Cruz, analizando la integralidad de la teoría de cambio en las tres dimensiones: social, económica y ambiental. Estas tres etapas representan un proceso iterativo en el que los resultados se alimentan entre sí, conduciendo al armado de la teoría de cambio. La teoría del cambio explica cómo se entiende que las actividades produzcan una serie de resultados que contribuyen a lograr los impactos finales previstos (PNUD, 2017)

En síntesis, una teoría de cambio típicamente describe cómo se espera que una serie de actividades o intervenciones conduzcan a resultados específicos y, en última instancia, a un impacto deseado. Incluye elementos como:

- Insumos y recursos: Describe los recursos (humanos, financieros, tecnológicos, etc.) que se necesitan para llevar a cabo las actividades.
- Actividades: Enumera las acciones concretas que se llevarán a cabo como parte del programa o proyecto.
- Resultados intermedios: Estos son los cambios o logros inmediatos que se esperan como resultado de las actividades. Estos resultados contribuyen al logro del impacto deseado.
- Impacto: El cambio a nivel más amplio que se busca lograr. Es el resultado final y de largo plazo que se espera obtener.
- Supuestos: Factores o condiciones que deben cumplirse para que la teoría de cambio funcione según lo previsto.

- Indicadores: Medidas específicas que se utilizarán para evaluar si los resultados y el impacto esperados se están logrando.
- Mecanismos de verificación: Describe cómo se recopilará la información y los datos para monitorear y evaluar el progreso.

Gráfico No. 8: Aspectos conceptuales de la teoría de cambio para la GIRS en la Región Metropolitana de Santa Cruz



Fuente: Elaboración propia.

El modelo de teoría de cambio para la GIRS en la RMSC, busca establecer objetivos claros que permitan transformar los escenarios de desarrollo sostenible en las tres temporalidades de su implementación, es decir, el corto, mediano y largo plazo, para así de esta forma lograr transformar la realidad a partir de un impacto enmarcado en el desenvolvimiento de los aspectos económicos, sociales y ambientales de este modelo.

Cuadro No. 8: Teoría de Cambio para la GIRS en la RMSC.

Objetivos del Desarrollo Sostenible de la GIRS para la RMSC		
Económico	**Social**	**Ambiental**
El objetivo económico del proyecto de gestión integral de residuos sólidos (GIRS) es mejorar la economía local o regional mediante la creación de empleo sostenible, la formalización de empleo, la promoción del emprendimiento y la adopción de prácticas de economía circular. Además, busca reducir costos y mejorar la competitividad en el manejo de los residuos sólidos, promoviendo así un desarrollo económico más sostenible e inclusivo.	El objetivo social del proyecto de gestión integral de residuos sólidos (GIRS) es mejorar la calidad de vida de la población, reduciendo la contaminación ambiental, mejorando la salud pública y creando empleos.	El objetivo ambiental del proyecto de gestión integral de residuos sólidos (GIRS) es proteger el medio ambiente y la salud de la población, reduciendo la cantidad de residuos que se envían a los rellenos sanitarios, adoptando el modelo de economía circular con consciencia colectiva, minimizando así la contaminación del aire, la tierra y del agua.
Medios para alcanzar los objetivos trazados		
Para alcanzar el objetivo se debe: ● Promoción de la formalización: Se debe impulsar la formalización del empleo en el sector de la gestión de residuos sólidos, en particular para los recicladores informales. Esto puede lograrse a través de programas de capacitación, acceso a créditos y asistencia técnica para que puedan organizarse en cooperativas o empresas formales.. ● Inversión en infraestructura: Es necesario invertir en infraestructura para la gestión de residuos sólidos, incluyendo la construcción y mejora de centros de reciclaje, plantas de clasificación y acopio, y tecnologías avanzadas de tratamiento de residuos. La inversión en infraestructura adecuada permitirá mejorar la eficiencia y la capacidad de procesamiento..	Para alcanzar el objetivo se debe: ● Mejorar la calidad de vida de la población: Reducir la contaminación ambiental; Mejorar la salud pública; y Crear empleos. ● Educar a la población sobre la importancia de la gestión de los residuos: Implementar campañas de educación ambiental; Desarrollar programas de capacitación sobre la gestión de los residuos; e Involucrar a la comunidad en la gestión de los residuos. ● Participación y Consenso: se necesita crear dinámicas de coordinación interinstitucional e intergubernamental; se necesita involucrar a la ciudadanía a partir de espacios de participación institucionalizados; y se necesita impulsar un modelo de gobernanza metropolitana en materia de GIRS.	Para alcanzar el objetivo se debe: ● Proteger el medio ambiente: Reducir la cantidad de residuos que se envían a los rellenos sanitarios; Recuperar y reciclar materiales; y Minimizar la contaminación del aire, la tierra y del agua. ● Utilizar tecnologías de aprovechamiento y valorización de residuos que sean adaptadas al entorno sociocultural y económico de la región y a su vez respetuosas del medio ambiente.

• Capacitación y formación: Se debe ofrecer capacitación y formación a los trabajadores del sector de gestión de residuos sólidos para mejorar sus habilidades y conocimientos técnicos.. • Fomento del emprendimiento: Se deben ofrecer incentivos y apoyo para fomentar el emprendimiento en el sector del reciclaje. Esto puede incluir programas de incubación de empresas, acceso a financiamiento y asesoría técnica. • Promoción de la economía circular: Es necesario fomentar la adopción de prácticas de economía circular en la gestión de residuos sólidos, lo que implica el diseño de productos y sistemas que permitan la reutilización y el reciclaje de materiales. Esto puede incluir el establecimiento de acuerdos con la industria para el uso de materiales reciclados en la fabricación de nuevos productos. • Alianzas público-privadas: Se deben promover alianzas entre el sector público, el sector privado y la sociedad civil para trabajar de manera conjunta en el desarrollo e implementación de proyectos de gestión de residuos sólidos y generación de empleo.		
Resultados a Corto Plazo Esperados		
Reducir los costos asociados con la gestión de los residuos: • Implementar un sistema de separación en la fuente de los residuos, que puede reducir los costos de	Mejorar la calidad de vida de la población: • Reducir la contaminación ambiental, que puede mejorar la salud pública y reducir los costos de atención médica.	Proteger el medio ambiente: • Lograr el compromiso mancomunado a través de políticas públicas en la región metropolitana para la adopción del modelo de

recolección y tratamiento de residuos. ● Reciclar y compostar los residuos, que puede generar ingresos para los gobiernos municipales. ● Reducir el consumo de materiales desechables, que puede reducir los costos de producción y distribución. ● Utilizar tecnologías de tratamiento de residuos que sean eficientes y respetuosas del medio ambiente, que puede reducir los costos de operación y mantenimiento.	● Impulsar la creación de empleos en la industria de gestión de residuos, que puede reducir el desempleo y mejorar la economía local. ● Educar a la población a partir de iniciativas por parte de las ETAs, sobre la importancia de la gestión de los residuos, que puede mejorar la conciencia ambiental y el comportamiento de los ciudadanos.	economía circular como un proyecto. ● Fortalecer la gestión integral de residuos sólidos en los municipios más débiles. ● Establecer la ruta crítica hacia la implementación de tecnologías de aprovechamiento y valorización. ● Incentivar proyectos tanto públicos como privados que promuevan el aprovechamiento de residuos. ● Reducir la cantidad de residuos que se envían a los rellenos sanitarios, que puede reducir la contaminación del aire y del agua. ● Recuperar y reciclar materiales, que puede conservar los recursos naturales y reducir la demanda de materias primas. ● Minimizar la contaminación del aire y del agua, que puede mejorar la calidad del medio ambiente y la salud humana.
Resultados a Mediano Plazo Esperados		
● Formalización de empleo: En el mediano plazo, se espera que algunas de las personas que trabajan como recicladores informales puedan acceder a empleos formales en cooperativas, empresas o proyectos de gestión de residuos. ● Mejora de ingresos: Para aquellos trabajadores que logren acceder a empleos formales o emprendan sus propios negocios en el sector del reciclaje. ● Sensibilización de la comunidad: A través de	Mejorar la calidad de vida de la población: ● Establecer e implementar estándares de calidad ambiental e implementación de estrategias para reducir los impactos ambientales . ● Impulsar marcos normativos específicos para la promoción de empleos verdes y ecosistemas óptimos para el desarrollo económico. ● Establecer e implementar estrategias y acciones puntuales para mejorar los conocimientos de educación ambiental en	Proteger el medio ambiente: ● Reducir la cantidad de residuos que se envían a los rellenos sanitarios, que puede reducir la contaminación del aire y del agua. ● Recuperar y reciclar materiales, que puede conservar los recursos naturales y reducir la demanda de materias primas. ● Minimizar la contaminación del aire y del agua, que puede mejorar la calidad del medio ambiente y la salud humana.

campañas de sensibilización y educación, se espera que en el mediano plazo la comunidad tenga una mayor conciencia sobre la importancia del reciclaje.	diversas instituciones de formación (Colegios y Universidad, públicas y privadas) y el impulso de la RSI con las instituciones/empresas. ● Crear un espacio de planificación, participación, propuesta y consenso a escala metropolitana y refrendado por los gobiernos locales que conforman la RMSC.	
Resultados a Largo Plazo Esperados		
● Generación sostenible de empleo: En el largo plazo, se espera que la gestión integral de residuos sólidos se haya consolidado como una fuente sostenible de empleo. ● Formalización y profesionalización del sector: Con el tiempo, se espera que la formalización de empleo en el sector de la gestión de residuos sólidos se haya extendido, brindando mejores condiciones laborales. ● Crecimiento de la industria del reciclaje: La implementación de prácticas de economía circular y la promoción del reciclaje deberían haber contribuido al crecimiento y fortalecimiento de la industria del reciclaje. ● Reducción significativa de residuos en vertederos; Mejora de la calidad de vida de la comunidad; e Inclusión social y reducción de la pobreza.	Mejorar la calidad de vida de la población: ● Reducir la contaminación ambiental drásticamente, y que puede ser evidenciado con una mejora en la salud pública y reducir los costos de atención médica emergentes de contaminaciones asociadas a los RR. SS.. ● Impulsar un modelo sostenible del ecosistema económico y creación de empleos en la industria de gestión de residuos, que puede reducir el desempleo y mejorar la economía local. ● Educar a la población sobre la importancia de la gestión de los residuos, que puede mejorar la conciencia ambiental y el comportamiento de los ciudadanos. ● Contar con mecanismos formales para la participación, planificación, gestión y administración de la GIRS a escala metropolitana con compromiso local (GAMs) que respondan a mecanismos de seguimiento y evaluación.	Proteger el medio ambiente: ● Reducir la cantidad de residuos que se envían a los rellenos sanitarios, que puede reducir la contaminación del aire y del agua. ● Recuperar y reciclar materiales, que puede conservar los recursos naturales y reducir la demanda de materias primas. ● Minimizar la contaminación del aire y del agua, que puede mejorar la calidad del medio ambiente y la salud humana.
Escenario de Impacto y Transformación de la Realidad		
El impacto deseado del proyecto de gestión integral de residuos sólidos (GIRS) para la región metropolitana de Santa Cruz desde el enfoque del desarrollo sostenible es transformar la región metropolitana en una ciudad más		

sostenible, reduciendo la cantidad de residuos que se envían a los rellenos sanitarios, recuperando y reciclando materiales, minimizando la contaminación del aire y del agua, y creando empleos en la industria de gestión de residuos. Este proyecto puede tener un impacto positivo significativo en la economía, la sociedad y el medio ambiente, ya que representa una inversión inteligente que puede ayudar a mejorar la calidad de vida de todos los ciudadanos.		
Economía: ● Reducción de los costos asociados con la gestión de los residuos. ● Creación de empleos en la industria de gestión de residuos. ● Mejora de la eficiencia de los servicios de gestión de los residuos.	Sociedad: ● Mejora de la calidad de vida de la población, reduciendo la contaminación ambiental, mejorando la salud pública y creando empleos. ● Educación a la población sobre la importancia de la gestión de los residuos. ● Involucramiento de la comunidad en la gestión de los residuos. ● Mejora de la imagen de los gobiernos locales, asociados con la gestión de residuos sostenibles.	Medio ambiente: ● Reducción de la cantidad de residuos que se envían a los rellenos sanitarios. ● Conservación de los recursos naturales, reduciendo la demanda de materias primas. ● Minimización de la contaminación del aire y del agua. ● Aumento de la biodiversidad, creando hábitats para la vida silvestre.

Fuente: Elaboración Propia.

En términos generales, se busca que el proyecto de Gestión Integral de Residuos Sólidos (GIRS) para la Región Metropolitana de Santa Cruz (RMSC), en el marco de los detalles expresados en el cuadro anteriormente descrito, es que se cumplan los siguientes criterios:

Problema.

La Región Metropolitana de Santa Cruz (RMSC) genera una gran cantidad de residuos sólidos que actualmente se envían a los vertederos, esto genera contaminación del aire, del agua y del suelo durante todo el proceso de la GIRS, y también representa un escenario de desaprovechamiento económico.

Solución.

El proyecto metropolitano de gestión integral de residuos sólidos (GIRS) tendrá como objetivo proponer reducir la cantidad de residuos que se envían a los vertederos, mediante la prevención, la reducción, la reutilización, el reciclaje, aprovechamiento, revalorización y la recuperación de energía, así como la generación de un entorno y ecosistema que impulse las economías entorno a los residuos sólidos.

Formas de implementación

La teoría de cambio del proyecto GIRS es la siguiente:

- El proyecto GIRS, será implementado por un organismo metropolitano de gestión de residuos sólidos, en concordancia con las realidades locales y multiactor del proyecto.

- El organismo metropolitano desarrollará un plan metropolitano de GIRS, que incluirá un conjunto de acciones para reducir la cantidad de residuos que se envían a los vertederos y cumplir el objetivo de modificar el paradigma regional con respecto al tratamiento de los residuos sólidos.
- El plan metropolitano de GIRS será implementado por los diferentes gobiernos locales de la región metropolitana en activa participación e involucramiento de los actores clave identificados.
- Las acciones del plan metropolitano de GIRS tendrán como resultado una reducción de la cantidad de residuos que se envían a los vertederos, la creación de un entorno y ecosistema de desarrollo económico sostenible alrededor de los residuos sólidos y las economías involucradas.

La reducción de la cantidad de residuos que se envían a los vertederos tendrá como resultado una reducción de la contaminación del aire, del agua y del suelo, y también representará un ahorro de recursos.

Resultados esperados.

Los resultados esperados del proyecto GIRS son los siguientes:

- Una reducción de la cantidad de residuos que se envían a Flos vertederos.
- Una reducción de la contaminación del aire, del agua y del suelo.
- Un ahorro de recursos involucrados en el proceso de la GIRS.
- La creación de empleos.
- La mejora de la salud pública.
- La mejora de la calidad de vida.
- La creación de escenarios de desarrollo productivo en torno a los RR.SS.
- La creación de un ecosistema que involucre las distintas economías asociadas a los residuos sólidos.
- La creación de un modelo de gobernanza para la GIRS de la RMSC.

Beneficiarios.

Los beneficiarios del proyecto GIRS son los siguientes:

- La población de la región metropolitana.
- Las instituciones involucradas en la GIRS (Públicas y Privadas)
- El medio ambiente.
- La economía de la región metropolitana.

Acciones Específicas.

- El proyecto GIRS se implementará a través de las siguientes acciones específicas:
- Implementación de un sistema de recolección diferenciada de residuos.
- Construcción de plantas de reciclaje y compostaje.

- Promoción de la educación ambiental.
- Desarrollo de programas de capacitación para el reciclaje y el compostaje.
- Creación de un mercado para los productos reciclados y el compostaje.
- Mejorar los canales de participación e impacto social en la gestión de la GIRS a escala metropolitana.

Indicadores de éxito.

Los indicadores de éxito del proyecto GIRS para la RMSC se basa en tres (3) niveles de medición, una primera instancia con respecto a la gobernanza metropolitana de la GIRS, una segunda con respecto al modelo económico impulsado por la GIRS en la región y la tercera con respecto a las generalidades de los impactos de la GIRS:

Indicadores de gobernanza metropolitana en GIRS:

- Participación de los gobiernos locales: Este indicador mide el nivel de participación de los gobiernos locales en la gestión integral de residuos sólidos. Se puede calcular a través de encuestas, entrevistas o grupos focales.
- Coordinación entre los gobiernos locales: Este indicador mide el nivel de coordinación entre los gobiernos locales en la gestión integral de residuos sólidos. Se puede calcular a través de encuestas, entrevistas o grupos focales.
- Colaboración entre el sector público y privado: Este indicador mide el nivel de colaboración entre el sector público y privado en la gestión integral de residuos sólidos. Se puede calcular a través de encuestas, entrevistas o grupos focales.
- Participación ciudadana: Este indicador mide el nivel de participación ciudadana en la gestión integral de residuos sólidos. Se puede calcular a través de encuestas, entrevistas o grupos focales.

En cuanto a las generalidades del proyecto de GIRS en la RMSC, se plantea de forma integral afrontar los siguientes indicadores:

- Aprovechamiento de residuos sólidos: Este indicador mide la cantidad de residuos destinados a alguna forma de aprovechamiento sobre la totalidad de residuos sólidos generados.
- Satisfacción de los usuarios: Este indicador mide el nivel de satisfacción de los usuarios con el servicio de gestión de residuos sólidos. Se puede calcular a través de encuestas, entrevistas o grupos focales.
- Mejora de la imagen: Este indicador mide la mejora de la imagen de la ciudad o región a través de la implementación del proyecto de GIRS. Se puede calcular a través de encuestas, entrevistas o grupos focales.
- Conciencia ambiental: Este indicador mide el nivel de conciencia ambiental de la población sobre la importancia de la gestión integral de residuos sólidos. Se puede calcular a través de encuestas, entrevistas o grupos focales.
- Cumplimiento de la normativa: Este indicador mide el nivel de cumplimiento de la normativa ambiental por parte del proyecto de GIRS. Se puede calcular a través de auditorías o inspecciones.

Evaluación.

El proyecto GIRS será evaluado periódicamente para determinar su impacto en la reducción de los residuos sólidos, la contaminación ambiental y el uso de recursos naturales.

3. ANÁLISIS DE LA GIRS EN LA REGIÓN METROPOLITANA DE SANTA CRUZ

3.1. Diagnóstico de la gestión de residuos.

En la actualidad, el área urbana de la Región Metropolitana de Santa Cruz (RMSC) es el conglomerado de ciudades más importante, complejo, extenso y dinámico del país. Por ello, demanda soluciones integrales que van más allá de los límites municipales, provinciales y regionales, dado que la expansión inmobiliaria continúa creciendo.

La Gestión Integral de Residuos Sólidos (GIRS) constituye un componente crucial en el desarrollo sostenible para la Región Metropolitana de Santa Cruz (RMSC), dada su innegable influencia en la vida cotidiana de sus habitantes y el medio ambiente. Los impactos sociales derivados de una adecuada implementación de la GIRS pueden ser tan trascendentales como complejos, y entenderlos requiere un análisis detallado.

En primer lugar, cabe destacar que la GIRS aborda una problemática multifacética y multidimensional, ya que no solo abarca la gestión eficiente y responsable de los desechos, sino también la reducción de la contaminación, la promoción de la economía circular, la inclusión social y la educación ambiental. Al enfrentar estos retos, la GIRS puede generar un efecto transformador en la calidad de vida de la población y en la equidad social, así como el notable mejoramiento de la salud pública.

Una correcta gestión de los residuos sólidos disminuye el riesgo de enfermedades transmitidas por vectores, como mosquitos y roedores, que se propagan en entornos insalubres. Asimismo, reduce la exposición a productos químicos tóxicos presentes en los desechos, evitando potenciales problemas respiratorios y dermatológicos, especialmente en asentamientos humanos cercanas a espacios de agrupación de estos residuos (rellenos sanitarios, vertederos, basurales y microbasurales).

La GIRS también afecta directamente el entorno social y económico, ya que la correcta disposición de los residuos favorece la aparición de oportunidades laborales en el ámbito del reciclaje y la reutilización, lo que puede contribuir a la reducción de la pobreza y la marginalidad, así como a la generación de empleo. De igual manera, al impulsar la economía circular y el desarrollo de tecnologías limpias, se fomenta la innovación y la competitividad de la región en un contexto global de creciente conciencia ambiental.

Para que los beneficios de una GIRS sean efectivos y equitativos, la coordinación y gobernanza entre los municipios que conforman la Región Metropolitana resulta imprescindible. Los desafíos que plantea la gestión de residuos no pueden afrontarse de manera aislada; se

requiere una visión integradora que trascienda las fronteras municipales y contemple el impacto regional.

La coordinación intermunicipal permite una distribución más eficiente de los recursos y las infraestructuras necesarias para una adecuada gestión de los desechos. No todos los municipios cuentan con los mismos recursos económicos o técnicos, por lo que la colaboración entre ellos puede suplir estas carencias y potenciar las capacidades de cada uno.

Además, la GIRS conlleva un desafío logístico considerable, como la planificación de rutas de recolección, la ubicación estratégica de plantas de tratamiento y la creación de sistemas de transporte adecuados. La coordinación regional permite un enfoque holístico en la toma de decisiones, evitando soluciones fragmentadas que podrían resultar ineficientes e injustas.

Asimismo, la GIRS implica una responsabilidad compartida en términos de concienciación y participación ciudadana. La educación ambiental y la sensibilización sobre la importancia de reducir, reciclar y reutilizar deben ser transversales en toda la región. Coordinar esfuerzos para promover la participación activa de la comunidad en la gestión de residuos fortalece el sentido de pertenencia y empoderamiento ciudadano.

Otro aspecto relevante es la optimización de recursos a través de economías de escala, ya que la coordinación entre municipios posibilita la adquisición conjunta de tecnología y maquinaria, así como la implementación de programas regionales de fomento al reciclaje, y otros aspectos como incentivos y observancia al cumplimietno de la normativa, lo que reduce costos y aumenta la efectividad de las políticas públicas en materia de GIRS.

Desde el ámbito legal, en la Ley No 755, de Gestión Integral de Residuos del 28 de octubre de 2015, se ha determinado la planificación de la gestión integral de residuos como requisito para la implementación de las políticas y principios en el Estado Plurinacional de Bolivia y esta debe estar en concordancia al Sistema de Planificación del Estado, esta medida consecuentemente induce a que las entidades territoriales autónomas desarrollen como primera medida los programas departamentales y/o municipales según corresponda el nivel de gobierno.

La prevención, mitigación y control de los efectos nocivos y de pasivos ambientales generados por los residuos son un objetivo posible de alcanzar a través de la reducción de los volúmenes dispuestos en los botaderos a cielo abierto y o rellenos sanitarios municipales, misma que puede ser lograda mediante la valorización de los residuos sólidos.

La actual gestión de los residuos sólidos en cuanto a su recolección, transporte, tratamiento y disposición final, se lleva a cabo de manera diferente en los seis municipios de la región metropolitana. Mientras el municipio de Santa Cruz de la Sierra cuenta con un relleno sanitario con cierre técnico y un complejo de tratamiento de residuos sólidos especialmente diseñado para evitar/minimizar la contaminación generada por los residuos, los lixiviados y otros, así como con estudios avanzados en cuanto a volúmenes, composición y otros, los restantes municipios depositan sus residuos en botaderos a cielo abierto con escasa o ninguna protección del medio ambiente. En cuanto a la realización de estudios sobre la composición y volúmenes de la basura generada en sus municipios, la información es variable.

En conclusión, la Gestión Integral de Residuos Sólidos es un elemento esencial para el desarrollo sostenible de una Región Metropolitana, cuyos impactos sociales se entrelazan de manera compleja y profunda con la salud, el bienestar y la equidad de la población. La coordinación y gobernanza entre los municipios que componen esta región son fundamentales para aprovechar los beneficios potenciales de la GIRS, optimizando recursos, fomentando la inclusión social y avanzando hacia un futuro más próspero y sustentable.

3.2. Producción de RSU en los municipios de la RMSC.

El estudio más reciente que aglutina la caracterización de los residuos sólidos dentro de la región metropolitana fue realizado la gestión 2022 fue el desarrollado por el Gobierno Autónomo Departamental de Santa Cruz denominado "*Cálculo de generación, densidad y composición de los residuos sólidos en la región metropolitana*" (GAD;2022),el cual tomando como base los estudios de caracterización realizados por algunos de los seis municipios más Montero y llevándose a cabo la caracterización de los faltantes pudo mostrar los siguientes datos en cuanto a composición de los residuos sólidos:

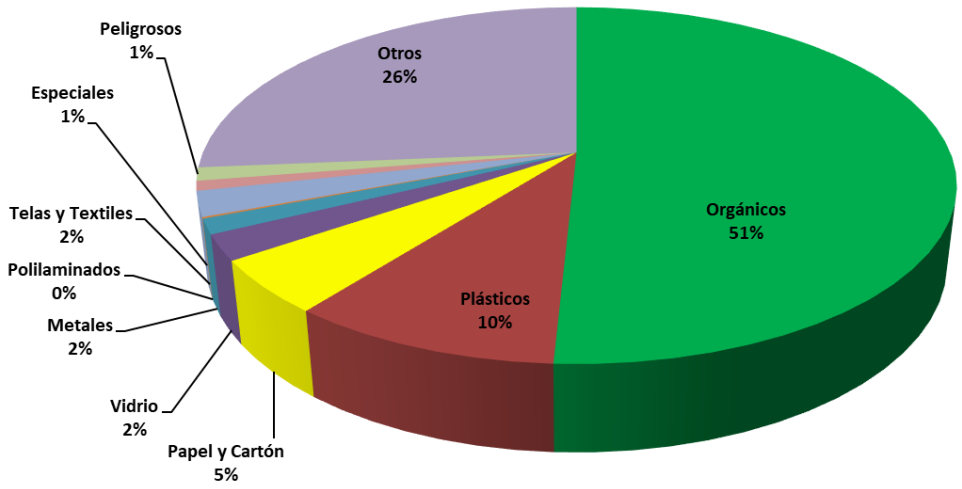
Cuadro No. 9: Composición de los Residuos Sólidos en Fuentes Domiciliarias por municipios.

	Santa Cruz de la Sierra	Warnes	La Guardia	El Torno	Cotoca	Porongo	Montero	Región Metropolitana
Orgánicos	50,37%	45,90%	57,88%	68,77%	50,16%	56,46%	50,49%	50,80%
Plásticos	8,58%	15,70%	15,40%	13,99%	17,72%	6,90%	15,54%	9,81%
Papel y Cartón	4,83%	10,92%	2,63%	1,12%	2,98%	5,25%	4,01%	4,86%
Vidrio	2,47%	2,96%	0,90%	1,35%	1,38%	4,80%	0,64%	2,31%
Metales	1,45%	1,77%	0,65%	0,47%	0,48%	2,67%	0,88%	1,37%
Polilaminados	0,13%	0,00%	0,24%	0,06%	0,11%	0,27%	0,23%	0,13%
Telas y Textiles	2,39%	1,78%	1,95%	0,57%	2,00%	1,40%	1,67%	2,27%
Especiales	0,86%	0,28%	1,15%	0,68%	2,24%	0,30%	0,85%	0,88%

Peligrosos	0,41%	15,98%	0,12%	0,31%	0,05%	0,24%	3,82%	1,21%
Otros	28,51%	4,71%	19,08%	12,68%	22,88%	21,71%	21,87%	26,35%
TOTAL	**100,00%**	**100,00%**	**100,00%**	**100,00%**	**100,00%**	**100,00%**	**100,00%**	**100,00%**

Fuente: Elaboración propia en base a información de Cálculo de generación, densidad y composición de los residuos sólidos en la región metropolitana y estudio de caracterización del municipio de montero" (GAD;2022; GAM Montero; 2022).

Gráfico No. 9: Composición de los Residuos Sólidos - Región Metropolitana



Fuente: Elaboración propia en base a información de Cálculo de generación, densidad y composición de los residuos sólidos en la región metropolitana y estudio de caracterización del municipio de montero" (GAD;2022; GAM Montero; 2022).

Podemos observar que más de la mitad de los residuos pertenecen a la categoría de orgánicos. Fracciones menores corresponden a los materiales con potencial de aprovechamiento como plásticos, papel y cartón, vidrio, metálicos.

Otra porción todavía menor es la que se puede encontrar en residuos no aprovechables como telas, textiles y materiales peligrosos que encontramos en los domicilios como pilas, baterías, envases de plaguicidas y otros.

Finalmente, en la categoría "otros", corresponden a los residuos de material fino (áridos) que encontramos en los domicilios, residuos sanitarios, algunos residuos especiales como escombros y residuos voluminosos como muebles.

3.3. Potencial de aprovechamiento de Residuos en la Región Metropolitana.

De acuerdo al estudio "*Cálculo de generación, densidad y composición de los residuos sólidos en la región metropolitana*" (GAD;2022) y el estudio de caracterización del municipio de Montero (GAM Montero; 2022) se tiene los siguientes datos de porcentajes de aprovechamiento.

Cuadro No. 10: Porcentajes de Aprovechamiento por municipio en la RMSC

Municipios	Porcentaje de Aprovechamiento
Santa Cruz de la Sierra	56,00%
Warnes	68,00%
La Guardia	62,00%
El Torno	68,00%
Cotoca	57,89%
Porongo	65,90%
Montero	54,12%

Fuente: *Cálculo de generación, densidad y composición de los residuos sólidos en la región metropolitana y estudio de caracterización del municipio de montero" (GAD;2022; GAM Montero; 2022).*

Actualizando las cantidades con posibilidad de aprovechamiento dados los nuevos datos de población registrados por el Instituto Cruceño de Estadísticas en el conteo Departamental de Santa Cruz y tomando los datos de producción per cápita proyectado de residuos de los diferentes estudios de caracterización tenemos los siguientes datos:

Cuadro No. 11: Cantidad anual de residuos con posibilidad de aprovechamiento en municipios de la región metropolitana

Municipios	Generación Total Domiciliaria (T/año)	Porcentaje de Aprovechamiento	Cantidad de Residuos con Posibilidad de Aprovechamiento (T/año)
Santa Cruz de la Sierra	627.066,86	56,00%	351.157,44
Warnes	33.270,75	68,00%	22.624,11
La Guardia	34.660,76	62,00%	21.489,67

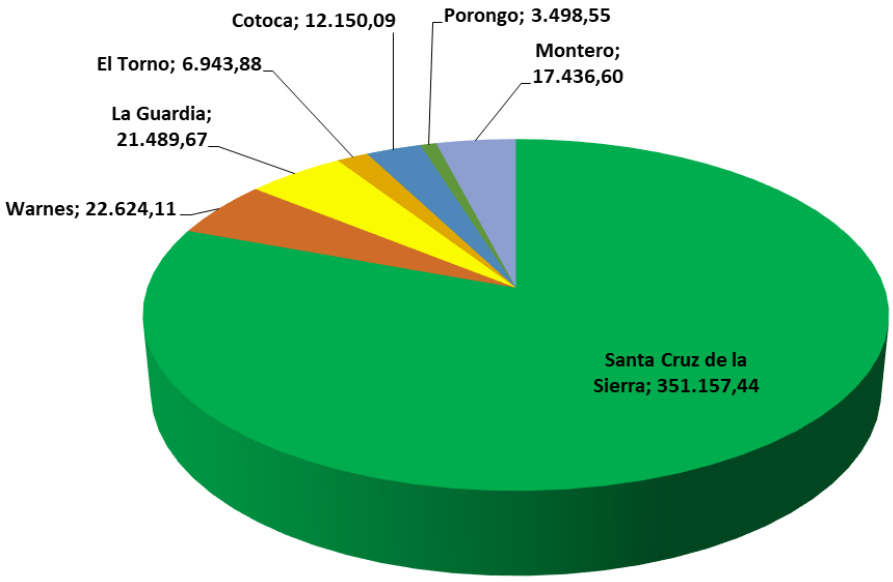
El Torno	10.211,59	68,00%	6.943,88
Cotoca	20.988,23	57,89%	12.150,09
Porongo	5.308,87	65,90%	3.498,55
Montero	32.218,40	54,12%	17.436,60
TOTAL	**731.507,06**		**435.300,60**
		Porcentaje de aprovechamiento:	**56,99%**

Fuente: *Elaboración propia en base a información de Cálculo de generación, densidad y composición de los residuos sólidos en la región metropolitana y estudio de caracterización del municipio de montero" (GAD;2022; GAM Montero; 2022).*

Cabe mencionar que en la actualización de las cantidades con posibilidad de aprovechamiento se toma la producción per cápita domiciliaria exclusivamente con el objetivo de no sobrevalorar estas cantidades y llegar a resultados más conservadores para la implementación de las tecnologías de aprovechamiento de los mismos.

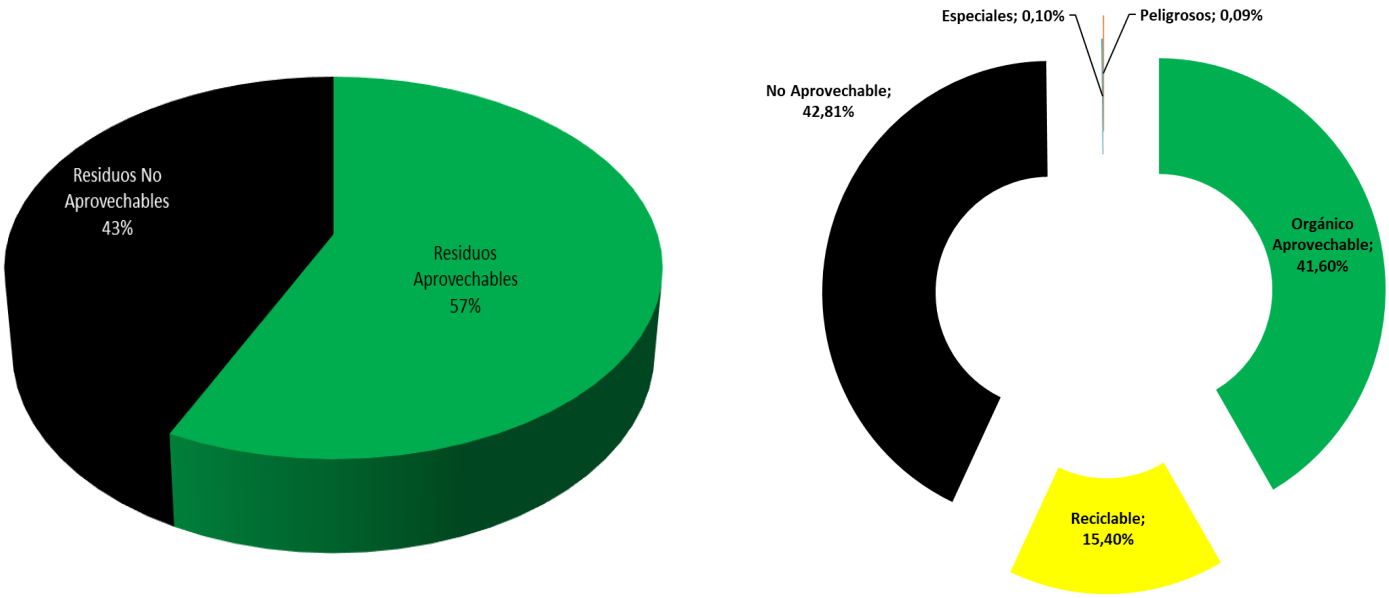
De acuerdo a los estudios de caracterización realizados se estima que aproximadamente 435.600,60 Toneladas al año de residuos sólidos contarían con posibilidad de aprovechamiento. Esto quiere decir que un 56,99% del total de la generación podrá ser aprovechable en alguna de sus formas (compostaje, reciclaje, otros métodos de aprovechamiento y valorización).

Gráfico No. 10: Cantidad Anual de Residuos con Posibilidad de Aprovechamiento en la RMSC



Fuente: *Elaboración propia en base a información de Cálculo de generación, densidad y composición de los residuos sólidos en la región metropolitana y estudio de caracterización del municipio de montero" (GAD;2022; GAM Montero; 2022).*

Gráfico No. 11: Porcentaje de Residuos con Posibilidad de Aprovechamiento en la RMSC



Fuente: *Cálculo de generación, densidad y composición de los residuos sólidos en la región metropolitana y estudio de caracterización del municipio de montero" (GAD;2022; GAM Montero; 2022).*

Cuadro No. 12: Cantidad Anual de Residuos con Posibilidad de Aprovechamiento por características

Características del Residuo	Cantidad Anual Aprovechable (T/año)	Porcentaje de Aprovechamiento	Cantidad de Residuos aprovechables según su característica (T/año)
Orgánico (Aprovechable)	**435.300,60**	72,98 %	317.683,85
Reciclables (plásticos reciclables, metálicos, vidrio, cartón y papel, otros reciclables)		27,02%	117.616,75
TOTAL		**100,00 %**	**435.300,60**

Fuente: Elaboración propia en base a información de Cálculo de generación, densidad y composición de los residuos sólidos en la región metropolitana y estudio de caracterización del municipio de montero" (GAD;2022; GAM Montero; 2022).

Haciendo un análisis de estos valores podemos indicar que si bien existen estas cantidades de residuos con potencial de aprovechamiento en la región metropolitana debemos considerar algunos criterios importantes a la hora de evaluar las alternativas de tratamiento y valorización:

La fracción orgánica aprovechable en fuente de generación domiciliaria se encuentra mezclada con otros tipos de residuos generados en los domicilios, lo que dificulta demasiado la valorización de estos residuos, puesto que en la mezcla vienen algunos residuos peligrosos como pilas, baterías, patológicos, no aprovechables que contaminan a los orgánicos aprovechables.

En este sentido, una importante fracción de los residuos orgánicos aprovechables quedaría descartada de una valorización sin embargo se puede realizar un tratamiento que permita estabilizar la materia orgánica contaminante y reducir los volúmenes de lixiviados generados hasta obtener un tipo de material bioestabilizado a ser usado como cobertura en el relleno sanitario.

Un estudio realizado por la Fundación Suiza para la Cooperación Técnica (Swisscontact) denominado "Estudio de mercado de residuos reciclables y estrategia para las cadenas de valor con mayor potencial para el municipio de Santa Cruz de la Sierra" durante la gestión 2023

en la ciudad de Santa Cruz de la Sierra, en el cual muestra que dentro de la fracción de materiales reciclables existe un mercado que demanda actualmente de estos productos sin embargo, algunos de ellos quedan al margen de ser aprovechados.

Por otro lado, en este mismo estudio se indica que la demanda de residuos orgánicos por entidades, empresas o particulares es mínima dentro del municipio de Santa Cruz de la Sierra.

En este estudio se puede identificar que los materiales reciclables con mayor porcentaje de comercialización mensual a nivel municipio, están dados por los metales ferrosos (chatarra) con un 45,49%, seguido por el Polietileno Tereftalato (PET) con un 21,48%; a estos le siguen en importancia, el cartón con un 19,17%; el polietileno de alta Densidad (HDPE) con un 4,93%; el Polietileno de Baja Densidad (LDPE) con un 3,27%; el Polipropileno (PP) con un 1,87%; finalmente el papel blanco con el 1,78%. Por su parte, los materiales reciclables del tipo llantas y neumáticos solo reflejan el 0,27%; y los vidrios, muestran un 0,02% de comercialización.

Gestión Operativa y cobertura del Servicio de Aseo Urbano.-

La Ley Nº 755 de Gestión Integral de Residuos Sólidos define a la “Gestión Operativa” como el conjunto de acciones técnicas orientadas a realizar la gestión adecuada de los residuos que involucra la separación, almacenamiento, recolección, transporte, transferencia, tratamiento y disposición final.

Cuadro No. 13: Etapas de la Gestión Operativa consideradas en los municipios de la región metropolitana

Etapa de la Gestión Operativa	Santa Cruz de la Sierra		Cotoca		Porongo		La Guardia		El Torno		Warnes	
	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
Barrido de calles y avenidas	X		X		X		X		X		X	
Separación		X		X		X		X		X		X
Almacenamiento	X		X		X		X		X		X	
Recolección	X		X		X		X		X		X	
Transporte	X		X		X		X		X		X	
Transferencia		X		X		X		X		X		X
Tratamiento y/o aprovechamiento	X			X		X		X		X		X
Disposición Final	X		X		X		X		X		X	

Fuente. - *Cálculo de generación, densidad y composición de los residuos sólidos en la región metropolitana" (GAD;2022)*

En términos generales podemos decir que cada municipio gestiona operativamente los residuos sólidos dentro de su jurisdicción de acuerdo a sus posibilidades técnicas, tecnológicas, financieras y humanas presentando diversas dificultades durante su ejecución.

Dentro de la gestión operativa de los municipios de la región metropolitana podemos observar dos realidades muy distintas, por una parte está el municipio de Santa Cruz de la Sierra que si bien todavía tiene algunas deficiencias en cuanto a cobertura del servicio, su servicio de aseo urbano considera una gran cantidad de las etapas de la gestión operativa siendo su fortaleza los servicios de barrido de calles y avenidas, almacenamiento, recolección, transporte y disposición final. Para esta última etapa cuenta con un Complejo Municipal de Tratamiento de Residuos con Licencia Ambiental.

La etapa de tratamiento y/o aprovechamiento de residuos no ha sido desarrollada o impulsada a la escala del municipio. Si bien, a partir de la gestión 2019 ya se contaba con un servicio de recolección diferenciada de residuos reciclables y con un Parque Municipal de Recuperación de Residuos Reciclables, estos servicios solamente llegaban a recuperar una ínfima fracción de todos los materiales o residuos con potencial aprovechable.

Recientemente y con la experiencia adquirida el Gobierno Autónomo Municipal de Santa Cruz de la Sierra, en coordinación con fundaciones, recolectores y empresas privadas están llevando adelante la planificación para impulsar un Programa Municipal que permita aumentar la cantidad de residuos para su aprovechamiento y evitar su entierro sanitario.

La otra realidad la experimentan los demás municipios de la región metropolitana de Santa Cruz, en donde básicamente el servicio de aseo urbano se reduce al barrido de calles y avenidas, recolección, transporte y disposición final en condiciones bastantes deficientes.

Generalmente en estos municipios, el servicio de barrido solamente se limita a algunas calles principales y avenidas de los centros poblados más cercanos, la recolección y transporte no cuenta con una aceptable cobertura del servicio y la frecuencia es insuficiente, llegando muchas veces a que el ciudadano realice la disposición de sus residuos de manera inadecuada, enterrándose en su mismo predio, quemándolo, como alimento de animales domésticos o disponiéndose en lugares públicos formando microbasurales.

Un punto que es importante mencionar y que es incidente en la gestión de residuos y la implementación de una tecnología que permita aprovechar o valorizar los residuos es que en ninguno de los municipios se realiza la separación en origen de los residuos, por consiguiente la recolección diferenciada no es aplicable. La población de la región metropolitana casi en su totalidad está acostumbrada a entregar sus residuos de manera mezclada, lo que hace que sea más complejo y más costoso el aprovechamiento de los mismos, sin mencionar que muchos de los residuos dejan de ser aprovechables solo por el simple hecho de estar mezclados o su calidad se ve seriamente afectada.

Cuadro No. 14: Porcentaje de cobertura del Servicio de Recolección y Transporte en la RMSC

Municipios	Recolección en zonas urbanas o centros poblados	Recolección en zonas periurbanas	Recolección en zonas rurales
Santa Cruz de la Sierra	87%	87%	87%
Warnes	60%	0%	0%
La Guardia	95%	85%	65%
El Torno	68%	0%	0%
Cotoca	70%	70%	30%
Porongo	21,10%	0%	0%
Montero	85,6%	85,6%	Sin dato

Fuente. - *Cálculo de generación, densidad y composición de los residuos sólidos en la región metropolitana y estudio de caracterización del municipio de montero" (GAD;2022; GAM Montero; 2022).*

El servicio de aseo urbano en su mayoría atiende a las zonas urbanas y centros poblados, donde se cuenta con un alto porcentaje de cobertura del servicio en estas áreas. En las zonas más alejadas de los centros poblados el alcance va disminuyendo y es nulo en algunos municipios, siendo esta deficiencia una prioridad de mejora para los Gobiernos Autónomos Municipales.

Cuadro No. 15: Cantidad de residuos recolectados en la RMSC de fuentes domiciliarias

Municipios	Diaria (Tn/día)	Anual (Tn/Año)
Santa Cruz de la Sierra	1.594,80	582.102,09
Warnes	64,50	21.672,00
La Guardia	55,00	18.480,00
El Torno	27,65	9.289,68
Cotoca	26,32	8.844,48
Porongo	4,14	1.392
Montero	82,8	30.222

TOTAL	**1.855,21**	**672.002,25**

Fuente. - *Cálculo de generación, densidad y composición de los residuos sólidos en la región metropolitana y estudio de caracterización del municipio de montero" (GAD;2022; GAM Montero; 2022).*

Producción de RSU en los municipios de la Región Metropolitana.

Proyecciones de producción en el tiempo

Santa Cruz es el departamento con mayor crecimiento poblacional en el país. Las elevadas tasas de inmigración recibidas desde los años 50, tanto en el área rural como en la urbana, han incidido en su desarrollo. En el Censo Nacional de Población y Vivienda (1976) contaba con una población total de 710.720 habitantes, de los cuales el 52% vivían en las áreas urbanas del departamento, principalmente en los centros poblados donde en los decenios de 1960 y 1970 se instalaron las agroindustrias que hacen que en la actualidad Santa Cruz de la Sierra sea la ciudad más importante del país.

Los datos del Censo Nacional de Población y Vivienda (2012) establecen que la población del departamento de Santa Cruz es de 2.657.762 habitantes, de los cuales 51,1% son hombres y 48,9% son mujeres.

Según esta institución nacional, la población urbana departamental es de 2.160.579 habitantes, de los cuales el 77% reside en el área metropolitana. Está población representa el 24,6% de la población urbana nacional (que es de 6.751.305 habitantes).

Datos más recientes obtenidos del Instituto Cruceño de Estadística (ICE; 2023), nos muestra que en el año 2023 el Departamento de Santa Cruz alberga cuatro millones ciento cuarenta y tres habitantes (4.000.143 habitantes) estableciendo una tasa de crecimiento poblacional del 4,60% anual desde la gestión 2012.

Igualmente, los datos para la región metropolitana establecen una población actual de 2.811.335 habitantes, de los cuales se encuentran distribuidos de la siguiente manera:

Cuadro No. 16: Datos de población en la Región Metropolitana de Santa Cruz

Municipios	Total (habitantes)	Tasa de crecimiento 2012-2023 (%)	Porcentaje respecto al total
Santa Cruz de la Sierra	2.251.627	4,99	80,09

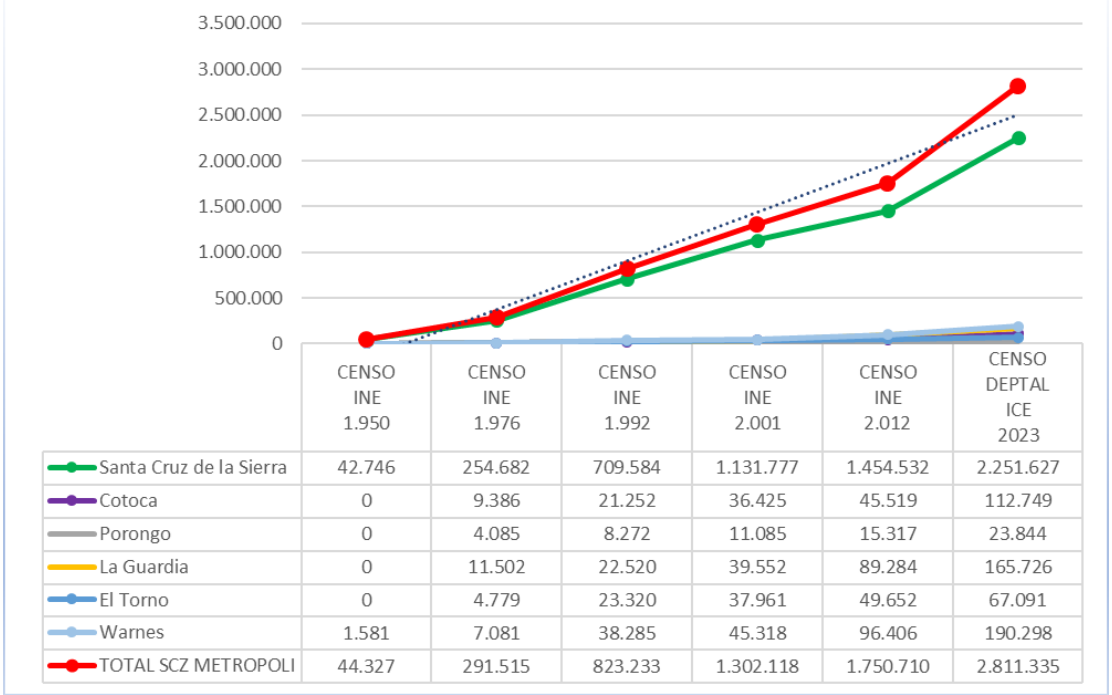
Cotoca	112.749	13,43	4,01
Porongo	23.844	5,17	0,85
La Guardia	165.726	7,82	5,89
El Torno	67.091	3,19	2,39
Warnes	190.298	8,85	6,77
TOTAL	2.811.335		100,00

Fuente: Instituto Cruceño de Estadística (ICE) – Levantamiento Estadístico Departamental (2023).

La ciudad de Santa Cruz de la Sierra es el más importante núcleo de atracción de población, albergando en su territorio al 80,09% de la población urbana de la región; le siguen los municipios de Warnes y La Guardia, con el 6,77% y el 5,89% de la población respectivamente.

Los distritos municipales con mayor población se ubican en el municipio de Santa Cruz de la Sierra, en los distritos: 8 (300.037 hab.), 6 (284.425 hab.), 7 (237.395 hab.), 12 (208.749 hab.), 5 (196.631 hab.), 10 (182.936 hab.), 1 (177.915 habitantes), 11 (144.983 habitantes), 9 (137.025 habitantes) llegando a sumar entre los 9 distritos un total de 1.870.096 habitantes logrando ser el área más densamente poblada de toda la región metropolitana. (ICE-2023)

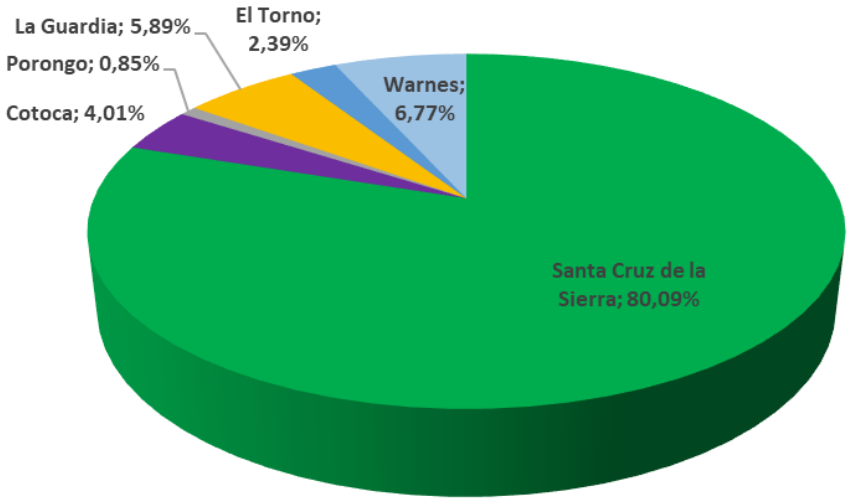
Gráfico No. 12: Datos de población y proyecciones de La Región Metropolitana de Santa Cruz



	CENSO INE 1.950	CENSO INE 1.976	CENSO INE 1.992	CENSO INE 2.001	CENSO INE 2.012	CENSO DEPTAL ICE 2023
Santa Cruz de la Sierra	42.746	254.682	709.584	1.131.777	1.454.532	2.251.627
Cotoca	0	9.386	21.252	36.425	45.519	112.749
Porongo	0	4.085	8.272	11.085	15.317	23.844
La Guardia	0	11.502	22.520	39.552	89.284	165.726
El Torno	0	4.779	23.320	37.961	49.652	67.091
Warnes	1.581	7.081	38.285	45.318	96.406	190.298
TOTAL SCZ METROPOLI	44.327	291.515	823.233	1.302.118	1.750.710	2.811.335

Fuente: GADSC en base a información del INE (2012) e ICE (2023).

Gráfico No. 13: Porcentaje Poblacional de la Región Metropolitana de Santa Cruz.



Fuente: Elaboración propia

Tomando como datos de partida los obtenidos del Levantamiento Estadístico Departamental, realizado por el Instituto Cruceño de Estadística (ICE; 2023) y los datos de producción per cápita de residuos sólidos obtenidos de los estudios de caracterización de los municipios de la Región Metropolitana obtendremos las proyecciones de generación para los próximos 20 años.

Siguiendo la metodología de la Guía para el Diseño, Construcción, Operación y Cierre de Rellenos Sanitarios;2012 se proyectarán las cantidades de generación con el método geométrico y tomando una tasa de crecimiento de generación de residuos sólidos del 1% cada año.

De esta manera se tienen los siguientes resultados:

Cuadro No. 17: Cantidad de residuos sólidos domiciliarios proyectados por municipio en la región metropolitana

MUNICIPIO		Santa Cruz de la Sierra				Cotoca				Porongo			
		Tasa de crecimiento poblacional : 4,99% 4,99%				Tasa de crecimiento poblacional: 13,46% 4,01%				Tasa de crecimiento poblacional: 5,1% 0,85%			
		Tasa de incremento anual de PPC : 1,00% (*Solo domiciliarios) 1,00%				Tasa de incremento anual de PPC: 1,00% 1,00%				Tasa de incremento anual de PPC: 0,50% 0,50%			
Nº	AÑO	Población	PPC (Kg/hab*día)	Generación diaria de residuos (Tn/día)	Generación anual (Tn/año)	Población	PPC (Kg/hab*día)	Generación diaria de residuos (Tn/día)	Generación anual (Tn/año)	Población	PPC (Kg/hab*día)	Generación diaria de residuos (Tn/día)	Generación anual (Tn/año)
1	2023	2.251.627	0,763	1.717,99	627.066,86	112.749	0,510	57,50	20.988,23	23.844	0,610	14,54	5.308,87
2	2024	2.363.983	0,771	1.821,76	664.941,07	127.891	0,515	65,88	24.045,01	25.077	0,613	15,37	5.611,25
3	2025	2.481.946	0,778	1.931,79	705.102,85	145.067	0,520	75,47	27.547,00	26.373	0,616	16,25	5.930,86
4	2026	2.605.795	0,786	2.048,47	747.690,36	164.549	0,525	86,46	31.559,03	27.737	0,619	17,17	6.268,67
5	2027	2.735.824	0,794	2.172,19	792.850,11	186.648	0,531	99,06	36.155,38	29.171	0,622	18,15	6.625,73
6	2028	2.872.342	0,802	2.303,39	840.737,46	211.715	0,536	113,48	41.421,16	30.679	0,625	19,19	7.003,12
7	2029	3.015.672	0,810	2.442,51	891.517,16	240.149	0,541	130,01	47.453,86	32.265	0,629	20,28	7.402,01
8	2030	3.166.154	0,818	2.590,04	945.363,91	272.401	0,547	148,95	54.365,19	33.933	0,632	21,43	7.823,61

9	2031	3.324.145	0,826	2.746,47	1.002.462,94	308.984	0,552	170,64	62.283,10	35.687	0,635	22,66	8.269,23
10	2032	3.490.020	0,834	2.912,36	1.063.010,70	350.481	0,558	195,49	71.354,19	37.532	0,638	23,95	8.740,24
11	2033	3.664.172	0,843	3.088,26	1.127.215,48	397.550	0,563	223,96	81.746,43	39.473	0,641	25,31	9.238,07
12	2034	3.847.014	0,851	3.274,79	1.195.298,17	450.941	0,569	256,58	93.652,23	41.514	0,644	26,75	9.764,25
13	2035	4.038.980	0,860	3.472,58	1.267.492,98	511.503	0,575	293,95	107.292,02	43.660	0,648	28,28	10.320,41
14	2036	4.240.525	0,868	3.682,32	1.344.048,29	580.197	0,580	336,76	122.918,35	45.917	0,651	29,89	10.908,25
15	2037	4.452.127	0,877	3.904,73	1.425.227,47	658.118	0,586	385,81	140.820,55	48.291	0,654	31,59	11.529,56
16	2038	4.674.288	0,886	4.140,57	1.511.309,78	746.503	0,592	442,00	161.330,07	50.788	0,657	33,39	12.186,27
17	2039	4.907.535	0,895	4.390,66	1.602.591,38	846.759	0,598	506,37	184.826,67	53.413	0,661	35,29	12.880,38
18	2040	5.152.421	0,904	4.655,85	1.699.386,30	960.478	0,604	580,12	211.745,38	56.175	0,664	37,30	13.614,03
19	2041	5.409.527	0,913	4.937,06	1.802.027,53	1.089.471	0,610	664,62	242.584,61	59.079	0,667	39,42	14.389,47
20	2042	5.679.462	0,922	5.235,26	1.910.868,19	1.235.786	0,616	761,41	277.915,36	62.133	0,671	41,67	15.209,07

MUNICIPIO		LA GUARDIA				EL TORNO				WARNES			
		Tasa de crecimiento poblacional: 7,82%				Tasa de crecimiento poblacional: 3,19%				Tasa de crecimiento poblacional: 8,85%			
		Tasa de incremento anual de PPC: 1,00%				Tasa de incremento anual de PPC: 1,00%				Tasa de incremento anual de PPC: 1,00%			
Nº	AÑO	Población	PPC (Kg/hab*día)	Generación diaria de residuos (Tn/día)	Generación anual (Tn/año)	Población	PPC (Kg/hab*día)	Generación diaria de residuos (Tn/día)	Generación anual (Tn/año)	Población	PPC (Kg/hab*día)	Generación diaria de residuos (Tn/día)	Generación anual (Tn/año)
1	2023	165.726	0,573	94,96	34.660,76	67.091	0,417	27,98	10.211,59	190.298	0,479	91,15	33.270,75
2	2024	178.686	0,579	103,41	37.744,95	69.231	0,421	29,16	10.642,71	203.179	0,484	98,30	35.878,06
3	2025	192.659	0,585	112,61	41.103,57	71.440	0,425	30,39	11.092,03	216.932	0,489	106,00	38.689,70
4	2026	207.725	0,590	122,63	44.761,05	73.719	0,430	31,67	11.560,33	231.616	0,494	114,31	41.721,67
5	2027	223.969	0,596	133,55	48.743,97	76.070	0,434	33,01	12.048,39	247.294	0,498	123,26	44.991,25
6	2028	241.483	0,602	145,43	53.081,31	78.497	0,438	34,40	12.557,06	264.034	0,503	132,92	48.517,05
7	2029	260.367	0,608	158,37	57.804,59	81.001	0,443	35,86	13.087,21	281.906	0,508	143,34	52.319,16
8	2030	280.728	0,614	172,46	62.948,16	83.585	0,447	37,37	13.639,74	300.988	0,514	154,57	56.419,23
9	2031	302.681	0,620	187,81	68.549,41	86.251	0,452	38,95	14.215,60	321.362	0,519	166,69	60.840,61

10	2032	326.351	0,627	204,52	74.649,08	89.003	0,456	40,59	14.815,76	343.115	0,524	179,75	65.608,47
11	2033	351.871	0,633	222,72	81.291,50	91.842	0,461	42,30	15.441,27	366.340	0,529	193,84	70.749,97
12	2034	379.388	0,639	242,53	88.524,98	94.772	0,465	44,09	16.093,19	391.137	0,534	209,03	76.294,39
13	2035	409.056	0,646	264,12	96.402,11	97.795	0,470	45,95	16.772,62	417.613	0,540	225,41	82.273,31
14	2036	441.044	0,652	287,62	104.980,17	100.914	0,475	47,89	17.480,75	445.881	0,545	243,07	88.720,78
15	2037	475.534	0,659	313,21	114.321,51	104.134	0,479	49,91	18.218,77	476.063	0,551	262,12	95.673,51
16	2038	512.720	0,665	341,08	124.494,07	107.455	0,484	52,02	18.987,95	508.287	0,556	282,66	103.171,11
17	2039	552.815	0,672	371,43	135.571,80	110.883	0,489	54,22	19.789,60	542.693	0,562	304,81	111.256,26
18	2040	596.045	0,679	404,48	147.635,25	114.420	0,494	56,51	20.625,09	579.427	0,567	328,70	119.975,02
19	2041	642.656	0,685	440,47	160.772,13	118.070	0,499	58,89	21.495,87	618.649	0,573	354,46	129.377,03
20	2042	692.912	0,692	479,67	175.077,95	121.837	0,504	61,38	22.403,40	660.525	0,579	382,24	139.515,85

MUNICIPIO		Montero			
		Tasa de crecimiento poblacional : 4,93% 4,99%			
		Tasa de incremento anual de PPC : 1,00%			
Nº	AÑO	Población	PPC (Kg/hab*día)	Generación diaria de residuos (Tn/día)	Generación anual (Tn/año)
1	2023	147.608	0,598	88,27	32.218,40
2	2024	154.885	0,604	93,55	34.144,83
3	2025	162.521	0,610	99,14	36.186,45
4	2026	170.533	0,616	105,07	38.350,15
5	2027	178.940	0,622	111,35	40.643,22
6	2028	187.762	0,629	118,01	43.073,40
7	2029	197.019	0,635	125,07	45.648,89
8	2030	206.732	0,641	132,54	48.378,37
9	2031	216.924	0,648	140,47	51.271,06
10	2032	227.618	0,654	148,87	54.336,71
11	2033	238.840	0,661	157,77	57.585,67
12	2034	250.615	0,667	167,20	61.028,89

13	2035	262.970	0,674	177,20	64.677,99
14	2036	275.934	0,681	187,80	68.545,28
15	2037	289.538	0,687	199,02	72.643,81
16	2038	303.812	0,694	210,92	76.987,40
17	2039	318.790	0,701	223,54	81.590,71
18	2040	334.506	0,708	236,90	86.469,26
19	2041	350.997	0,715	251,07	91.639,52
20	2042	368.302	0,722	266,08	97.118,92

Fuente: *Estudios de caracterización en los municipios – residuos en fuentes domiciliarias*

Cuadro No. 18: Cantidad de residuos sólidos domiciliarios proyectados para la región metropolitana

REGIÓN METROPOLITANA DE SANTA CRUZ				
Nº	AÑO	Población	Generación diaria de residuos (Tn/día)	Generación anual (Tn/año)
1	2023	2.958.943	2.092,40	763.725,45
2	2024	3.126.893	2.229,33	813.707,19
3	2025	3.305.477	2.375,82	867.175,37
4	2026	3.495.483	2.532,60	924.398,72
5	2027	3.697.769	2.700,46	985.669,67

6	2028	3.913.266	2.880,29	1.051.306,77
7	2029	4.142.995	3.073,03	1.121.657,44
8	2030	4.388.067	3.279,73	1.197.100,94
9	2031	4.649.699	3.501,51	1.278.051,78
10	2032	4.929.220	3.739,63	1.364.963,51
11	2033	5.228.091	3.995,43	1.458.332,92
12	2034	5.547.910	4.270,42	1.558.704,88
13	2035	5.890.435	4.566,24	1.666.677,61
14	2036	6.257.597	4.884,68	1.782.908,71
15	2037	6.651.522	5.227,73	1.908.121,93
16	2038	7.074.553	5.597,57	2.043.114,73
17	2039	7.529.271	5.996,62	2.188.766,89
18	2040	8.018.531	6.427,53	2.346.050,11
19	2041	8.545.482	6.893,26	2.516.038,96
20	2042	9.113.611	7.397,05	2.699.923,09

Fuente: *Elaboración propia en base a datos del Instituto Cruceño des Estadísticas - GAD*

De la tabla anterior podemos obtener la Generación total diaria y anual de la Región Metropolitana y los correspondientes valores proyectados para 20 años calculados en base a lo que se establece en la Guía para el Diseño, Construcción, Operación y Cierre de Rellenos Sanitarios del Ministerio de Medio Ambiente y Agua (2012).

Para la gestión 2023 se estima que la generación diaria de residuos sólidos domiciliarios en la Región Metropolitana alcanza las 2.092,40 Tn. de residuos sólidos diariamente y 763.725,45 Toneladas al año.

Sin embargo, se puede estimar que existe un 30% adicional de residuos sólidos por fuentes no domiciliarias (Guía para el Diseño, Construcción, Operación y Cierre de Rellenos Sanitarios;2012) por lo cual las cantidades podría estar alcanzando las 2.720,12 toneladas diarias y 992.843,09 Toneladas anuales, sin embargo, para efectos de aprovechamiento se considerarán las fuentes domiciliarias solamente.

3.4. Localización de estaciones de transferencia.

En la actualidad, los centros de disposición final de los residuos sólidos tienden a ubicarse a una mayor distancia de los núcleos de generación. Esto origina un grave inconveniente ante la necesidad de recorrer grandes distancias por parte del vehículo recolector, cuyo diseño está concebido sólo para la recolección, más no para el transporte.

Como solución a este problema surge el concepto de “estación de transferencia”. Allí, los residuos de los vehículos recolectores son transferidos a equipos de transporte que poseen una gran capacidad de carga (trailers, barcazas, ferrocarriles, entre otros), los cuales llevan los residuos al centro de disposición final.

Como se ha mencionado anteriormente cada uno de los municipios de los que se compone la región metropolitana realiza el servicio de aseo urbano de manera independiente dentro del ámbito de su jurisdicción territorial.

La estrategia de recolección adoptada por todos ellos es una recolección puerta a puerta y/o recolección en esquinas en algunos casos, con rutas y frecuencias bien definidas.

El recorrido de las rutas se realiza de forma integral por cada una de las unidades de recolección asignadas a ellas. Cuando la unidad de recolección completa su capacidad de volumen, se encuentra obligada a realizar el transporte hacia el sitio de disposición final donde realiza la disposición de los residuos para que puedan ser acomodados, compactados y cubiertos con material apropiado.

Una vez descargados los residuos sólidos en el sitio de disposición final la unidad de recolección tiene que regresar a completar su ruta asignada.

Según la “Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios” de la CEPAL, 2016; La ubicación de una estación de transferencia se torna viable cuanto la distancia

entre los núcleos generadores de residuos y los centros de disposición final es grande. Aunque la factibilidad de la instalación debe ser considerada particularmente según las condiciones locales y sus necesidades, estudios realizados sobre el tema indican que, ante una distancia de aproximadamente 25-30 Km. ya es conveniente estudiar la posibilidad de implantación de una estación de transferencia para la minimización de los costos de transporte. Lógicamente este criterio no es el único, siendo necesario realizar

Con las estaciones de transferencia se busca optimizar recursos y reducir los costos de la maquinaria como recursos humanos relacionados a la recolección y transporte de residuos.

En ninguno de los municipios de la región metropolitana se han implementado estaciones de transferencia.

Cabe mencionar que en los municipios de La Guardia y Santa Cruz de la Sierra cuentan con sitios de disposición final bastantes alejados y para el primero el camino de acceso es bastante accidentado, sin embargo, los volúmenes de generación no son tan importantes como en el municipio de Santa Cruz de la Sierra.

En éste último, debería realizarse una reingeniería del servicio de recolección y transporte de residuos que contemple un análisis sobre la viabilidad de implementación de estaciones de transferencia, puesto que existen unidades de recolección que recorren sus rutas a grandes distancias como las zonas ubicadas al norte del municipio.

Por otro lado, las estaciones de transferencia se hacen necesarias cuando se considera un sitio de disposición final regional o mancomunados (que sirve a varios municipios). Estos sitios se ubican generalmente en el municipio de mayor generación y en donde los demás municipios quedan ubicados a mayor distancia de este sitio, analizándose la viabilidad de implementación de estaciones de transferencia para reducir los costos asociados a esta actividad.

La ubicación de estas estaciones depende de varios factores, como:

- Densidad Poblacional y Generación de Residuos: En áreas con alta densidad poblacional y, por ende, alta generación de residuos, puede ser necesario tener estaciones de transferencia más cercanas entre sí.
- Geografía y Topografía del Área: La geografía del lugar puede influir en la ubicación, ya que áreas montañosas o con otras características geográficas particulares pueden requerir ubicaciones específicas para estas estaciones.
- Accesibilidad: Las estaciones deben ser fácilmente accesibles para los vehículos de recolección.
- Distancia al Relleno Sanitario o Planta de Tratamiento: Una de las principales razones para tener estaciones de transferencia es reducir el costo de transporte a

los rellenos sanitarios o plantas de tratamiento. Por lo tanto, estas estaciones se suelen ubicar de manera que optimicen estos costos.

- Consideraciones Ambientales: Es crucial asegurarse de que la ubicación no tenga impactos negativos en cuerpos de agua, áreas protegidas o zonas residenciales.

- Consultas y Participación Ciudadana: La ubicación de las estaciones de transferencia puede ser objeto de preocupación para la comunidad local. Por lo tanto, es esencial considerar su opinión en el proceso de decisión.

Sitios de disposición final en la Región Metropolitana.-

La falta de planificación en gestión de los residuos, genera una de las prácticas más comunes en la disposición final, los botaderos a cielo abierto. Estos botaderos, generalmente corresponden a fosas excavadas o depresiones naturales, donde se depositan los residuos sin ninguna medida de prevención y control de la contaminación y por lo general se realiza la quema con cierta frecuencia.

La disposición final de residuos sólidos en el corresponde a la última etapa del manejo de residuos sólidos. Esta es sin duda, la etapa que si no es realizada en las condiciones técnicas necesarias, genera mayores riesgos para la salud y el medio ambiente.

Cada uno de los municipios a excepción de Porongo cuenta con un sitio de disposición final para sus residuos recolectados. El municipio de Porongo a través de un convenio dispone sus residuos en el Complejo Municipal de Tratamiento de Residuos Sólidos de Santa Cruz de la Sierra, puesto que su sitio de disposición final se encuentra en etapa de post cierre técnico. Esto lo realiza aproximadamente a finales de la gestión 2020.

Cuadro No. 19: Sitios de Disposición Final de Residuos en la RMSC

Municipios	Ubicación		Técnica de Disposición	Año de inicio de operaciones	Situación Actual
	X	Y			
Santa Cruz de la Sierra	495927	8015968	Relleno Sanitario	2019	En Operación
Warnes	477031	8068974	Botadero	1995	En Operación
La Guardia	465948	8016230	Botadero	2008	En Operación
El Torno	456892	8004589	Botadero	2022	En Operación
Cotoca	498829	8037201	Botadero	2017	En Operación
Porongo	468334	8023681	Relleno Sanitario	-	Etapa de Post Cierre

Fuente. - *Cálculo de generación, densidad y composición de los residuos sólidos en la región metropolitana" (GAD;2022).*

Cuadro No. 20: Cantidad de residuos depositados en los Sitios de Disposición Final de Residuos

Municipios	Cantidad de Residuos Sólidos Depositados		Técnica de Disposición	Vida Útil Remanente	Licencia Ambiental
	Día (T/dia)	Año (T/Año)			
Santa Cruz de la Sierra	1.601,34	583.921,68	Mecanizado	27	SI
Warnes	150	56.400	Mecanizado	10	NO
La Guardia	77	28.105	Semimecanizado	3	SI
El Torno	30	10.091	Semimecanizado	2	NO
Cotoca	25	9.125	Semimecanizado	3	NO
Porongo	0	0	Relleno Sanitario	Cierre	-

Fuente. - *Cálculo de generación, densidad y composición de los residuos sólidos en la región metropolitana*" (GAD;2022)

La maquinaria utilizada dentro de los sitios de disposición final abarca desde topadoras, excavadoras y palas cargadoras para los mecanizados y semimecanizados.

Solo el sitio de disposición final de Santa Cruz de la Sierra cuenta con una celda especial para residuos generados en establecimientos de salud exclusivamente. En otros municipios la recolección de este tipo de residuo la realiza un operador privado de residuos que dispone los mismos en el Complejo Municipal de Tratamiento de Residuos de Santa Cruz de la Sierra o son dispuestos de manera conjunta con los residuos de fuentes domiciliarias o comunes.

Imagen No. 8: Vista satelital del sitio de disposición final de residuos de Santa Cruz de la Sierra



Imagen No. 9: Sitio de Disposición Final del municipio de Cotoca.



Fuente. - *Cálculo de generación, densidad y composición de los residuos sólidos en la región metropolitana" (GAD;2022).*

Imagen No. 10: Sitio de Disposición Final del municipio de El Torno.



Fuente*: Cálculo de generación, densidad y composición de los residuos sólidos en la región metropolitana" (GAD;2022).*

3.5. Diagnóstico situacional de capacidades estrategias.

El potencial contaminante de los residuos y la necesidad permanente de encontrar nuevos sitios para su disposición final, motivaron a una reflexión internacional sobre la necesidad de reducir la cantidad de residuos que van a disposición final, ya sea mediante la prevención en la generación y/o la reducción de su peligrosidad o mediante su aprovechamiento para evitar su disposición final.

La recuperación y aprovechamiento de residuos comprende diversas actividades de tal forma que se pueda sacar algún rédito principalmente económico.

Como Gobiernos Autónomos Municipales no se ha progresado mucho en esta etapa de la gestión operativa de residuos ya que la mayoría de ellos no dispone de un programa de aprovechamiento de residuos.

Cuadro No. 21: Actividades e infraestructura con fines de recuperación y aprovechamiento de residuos

Equipo o Maquinaria	Santa Cruz de la Sierra	Warnes	La Guardia	El Torno	Cotoca	Porongo
Selección y Recolección	SI	NO	NO	NO	NO	NO
Centros o Plantas de acopio de Residuos Aprovechables	SI	NO	NO	NO	NO	No está en operación
Planta de Producción de compost o humus	SI	NO	NO	NO	NO	NO
Plantas de Clasificación - Separación	SI	NO	NO	NO	NO	NO
Segregación	SI	NO	NO	NO	NO	NO

***Fuente**: Cálculo de generación, densidad y composición de los residuos sólidos en la región metropolitana" (GAD;2022).*

Como se puede apreciar no se ha llegado a concretar avances significativos en lo que a recuperación y aprovechamiento de residuos se refiere. Los gobiernos municipales están más interesados y ocupados en atender el servicio de recolección, transporte y disposición final de residuos domiciliarios y no domiciliarios generados en el día a día que dejan de lado esta etapa tan importante pero que pasa a un segundo lugar en la escala de prioridades.

Sin embargo, debemos ser críticos en argumentar que estas actividades tendrían un mayor impacto si se contara con una colaboración más activa de la población en general, desde el

simple comportamiento de separar correctamente los residuos en nuestros domicilios como lugar de origen.

Un caso particular es el municipio de Santa Cruz de la Sierra que ya hace tiempo que viene intentando mejorar su gestión en la recuperación y aprovechamiento de residuos.

En gestiones pasadas, este municipio contó con un servicio exclusivo de recolección diferenciada para residuos con potencial aprovechable de diversos puntos de la ciudad, sin embargo la recuperación de los materiales todavía era bastante escasa e insignificante en comparación con las cantidades generadas.

Otro avance es que se implementó unos pocos puntos de acopio de residuos denominados “Ecopuntos”, en donde los vecinos pueden llevar todo tipo de residuos que el servicio de recolección no logra cubrir como por ejemplo residuos voluminosos, (muebles), residuos de podas (gajos y ramas), residuos eléctricos y electrónicos, neumáticos fuera de uso y otros. Tampoco este proyecto tuvo un gran impacto dentro del aprovechamiento y valorización de los residuos.

De igual forma se implementó una planta piloto de elaboración de compostaje a base de residuos orgánicos procedente de mercados y restos de poda provenientes del mantenimiento de áreas verdes del municipio, con muy poco resultados en cuanto a aprovechamiento se refiere.

Además, cuenta con una planta de clasificación y separación denominada al Parque Municipal de Recuperación de Residuos Sólidos Reciclables ubicado en el antiguo relleno sanitario “Normandía” en donde se realizan actividades de segregación y recuperación de residuos con potencial aprovechable para su comercialización por los denominados “vecinos ecológicos”.

En el resto de los municipios la actividad de segregación se realiza por personas particulares de escasos recursos que buscan en esta actividad ingresos para su subsistencia.

En ocasiones estas actividades se realizan en los sitios de disposición final en condiciones bastante precarias, de forma artesanal e insalubres.

Imagen No. 11: Recuperación y aprovechamiento de residuos sólidos.



Imagen No. 12: Servicio de recolección diferenciada de residuos



***Fuente**: GAM Cotoca y EMACRUZ*

Imagen No. 13: Centro de acopio de residuos aprovechables y especiales.



***Fuente**: GAM Santa Cruz de la Sierra - EMACRUZ*

Imagen No. 14: Planta piloto de elaboración de compost.





***Fuente**: Elaboración propia – GAM Santa Cruz de la Sierra - EMACRUZ*

Imagen No. 15: Planta de segregación y clasificación







***Fuente**: GAM Santa Cruz de la Sierra – EMACRUZ*

Podemos resumir que el único municipio que está generando las primeras iniciativas hacia el aprovechamiento y valorización de residuos es el municipio de Santa Cruz de la Sierra, esto producto de la preocupación por el constante crecimiento en la generación diaria de los residuos y las grandes cantidades de materiales que se entierran en el relleno sanitario sin ninguna posibilidad de aprovechamiento.

Según la experiencia internacional como regla general, si el municipio no puede cumplir con los requerimientos para adoptar una tecnología de tratamiento de residuos, debe enfocarse en solucionar las deficiencias de su sistema de recolección y transporte y fortalecer su cobertura, así como las condiciones bajo las cuales se lleva a cabo la disposición final de los residuos, antes de dar el siguiente paso hacia la valorización de los residuos.

Las alternativas de tratamiento y valorización se recomiendan especialmente en las zonas que han alcanzado altos estándares de cobertura y calidad en las actividades de recolección, transporte y disposición final de los residuos.

En ese entendido, podemos decir que el municipio de Santa Cruz de la Sierra ha alcanzado un nivel de cobertura del servicio de aseo urbano de manera satisfactoria, cuenta con una logística planificada de recolección y transporte de sus residuos y además tiene implementado un sitio de disposición final con las características de un relleno sanitario de acuerdo a la normativa técnica y ambiental, por lo que se considera que está listo para poder dar el salto a la implementación de técnicas y tecnologías de aprovechamiento de residuos.

El Gobierno Autónomo Municipal de Santa Cruz de la Sierra a través de EMACRUZ, se encuentra en la fase de prueba piloto de un Programa Municipal de Recolección Diferenciada en el cual en términos generales consistirá en la recolección diferenciada de materiales previamente separados con destino al aprovechamiento de residuos, entre ellos el aprovechamiento de residuos reciclables y los residuos orgánicos. Sin embargo, este programa que parte de una recolección diferenciada, solamente será una pequeña fracción de toda la cantidad diaria de residuos que se generan dentro del municipio.

Para la mayor fracción de la generación total de residuos sólidos generados en el municipio de Santa Cruz de la Sierra, mismos que son recolectados de manera indiscriminada sin ningún tipo de selección de los domicilios, es decir no diferenciada, se tiene previsto la implementación de una Planta de Tratamiento Mecánico Biológica (TMB) que permitirá la separación de los residuos en una primera fracción de materiales reciclables, otra fracción de residuos orgánicos y una última de material de descarte que será derivada al entierro sanitario.

Adicionalmente, se espera que como parte de este programa se implemente además la valorización energética de los residuos productos del biogás producido por procesos de digestión biológica de los residuos orgánicos, obtención de combustibles derivados de

residuos y aprovechamiento del biogás del relleno sanitario. Sin embargo, a la fecha esto está en fase de proyecto a desarrollarse en las próximas gestiones.

La realidad contrapuesta la viven los otros municipios de la región metropolitana, puesto que, en ellos, el servicio de aseo urbano es deficiente en su cobertura, la recolección y transporte no cuenta con toda la flota necesaria para la realización del servicio, los sitios de disposición final son botaderos controlados en el mejor de los casos o simplemente botaderos a cielo abierto y principalmente no cuentan con una planificación estratégica o financiera para su mejoramiento.

Estos municipios todavía deben enfocar sus esfuerzos en fortalecer las capacidades tanto administrativas, técnicas, financieras, legales y logísticas para mejorar el servicio básico de aseo urbano antes de implementar alguna alternativa de aprovechamiento de residuos.

Otros actores principales que apoyan a los grupos y asociaciones de recolectores y recuperadores son las fundaciones y organismos de cooperación internacional entre los cuales podemos nombrar: Fundación PAP, Fundación AMIGARSE, FUNDARE, Swisscontact, Fundación Coca Cola entre otros. Estas instituciones a través de financiamiento externo o local apoyan a los recuperadores y recolectores brindando apoyo logístico para el desempeño de sus tareas, lugares de trabajo (centros de acopio) y el desarrollo de capacidades de liderazgo y técnicas.

3.6. Principales problemas identificados dentro de la GIRS en la Región Metropolitana.

Cultura y comportamiento de población en general.-

No existe una cultura o comportamiento de la población en general de realizar la separación en origen de los residuos en los domicilios y otras fuentes no domiciliarias.

Pese a los esfuerzos de las instituciones públicas, normativas publicadas, campañas y toda una tendencia mundial hacia una economía circular y el cuidado del medio ambiente, todavía no hemos podido entender la importancia del papel que cada uno de los habitantes de la región metropolitana y del país desempeñamos en la cadena de valorización de residuos.

Ni siquiera las instituciones públicas, ni las empresas municipales de aseo cuentan con una adecuada gestión de sus residuos que son los llamados a dar el ejemplo por ser autoridades competentes.

Cuadro No. 22: Cobertura de los servicios de aseo urbano en los municipios de la región metropolitana

Servicio	Indicador, tipo, medida	Municipio	Descripción

Recolección y transporte	Cobertura del servicio	Santa Cruz de la Sierra	87% de cobertura del servicio (áreas urbanas y rurales)
		Warnes	60% (sólo área urbana) 0% (área rural)
		La Guardia	95% (área urbana) 65% (área rural)
		El Torno	68% (área urbana) 0% (área rural)
		Cotoca	70% (área urbana) 30% (área rural)
		Porongo	21% (área urbana) 0% (área rural)

Fuente: Cálculo de generación, densidad y composición de los residuos sólidos en la región metropolitana (GAD;2022)

Se puede apreciar que el municipio de Santa Cruz de la Sierra cuenta con una cobertura aceptable en toda el área municipal.

En los demás municipios todavía existe una importante fracción desatendida por el servicio de recolección y transporte. Por otro lado, las frecuencias del servicio llegan a ser insuficiente.

En estos municipios la cobertura dentro del área urbana es considerablemente mayor que en el área rural. En varios de ellos la población rural llega a superar porcentajes del 15% de la población total.

Cuadro No. 23: Situación de los sitios de disposición final en los municipios de la región metropolitana

Servicio	Indicador, tipo, medida	Municipio	Descripción

Disposición final	Vida útil Licencia Ambiental	Santa Cruz de la Sierra	Cuenta con un relleno sanitario con vida útil remanente de 26 años. Cuenta con Licencia Ambiental
		Warnes	Cuenta con un botadero controlado con vida útil remanente de 10 años. No cuenta con Licencia Ambiental
		La Guardia	Cuenta con un botadero con una vida útil de 3 años. Cuenta con Licencia Ambiental para Cierre del Botadero.
		El Torno	Cuenta con un botadero donde se cubren los residuos con tierra. Tiene una vida útil remanente de 2 años. No cuenta con Licencia Ambiental.
		Cotoca	Cuenta con un botadero en el cual se cubren los residuos con tierra. Tiene una vida útil de menos de 2 años. No cuenta con Licencia Ambiental
		Porongo	No cuenta con sitio de disposición final en operación. El que operó se encuentra en post cierre. Los residuos son depositados en el Relleno Sanitario de Santa Cruz de la Sierra

Fuente: Cálculo de generación, densidad y composición de los residuos sólidos en la región metropolitana (GAD;2022)

Santa Cruz de la Sierra cuenta con un sitio de disposición final adecuado a normas legales y técnicas.

El resto de los municipios, con excepción de Porongo, cuentan con sitios de disposición final no adecuados puesto que no tienen sistemas de manejo y tratamiento de lixiviados, emisiones de gases ni condiciones de infraestructura mínima para una disposición final segura. Por otro lado, se encuentran operando sin un control ambiental.

Resulta particular el caso del municipio de Porongo al no contar con sitio de disposición final propio, sus residuos son trasladados al municipio de Santa Cruz de la Sierra a través de un convenio interinstitucional, en tanto planifique, diseñe y construya su propio sitio de disposición final.

Cuadro No. 24: Capacidad institucional para la GIRS en los municipios de la región Metropolitana Santa Cruz de Sierra

Capacidades.	Análisis
Operación del servicio de aseo	Realizada por un operador privado de residuos.
Autonomía de recursos	EMACRUZ posee autonomía en la gestión de recursos.

Fuente de recursos	Proviene de la Tasa de Aseo Urbano y recursos del Gobierno Autónomo Municipal.
Presupuesto asignado	390.178.13,27 Bolivianos (2021).
Subvención del Servicio	60% subvencionado y 40% corresponde a la tasa de aseo.

Warnes

Capacidades.	Análisis
Operación del servicio de aseo	La operación del servicio de aseo urbano es tercerizada, la realiza una empresa local.
Autonomía de recursos	Los recursos asignados al servicio de aseo urbano son fijos a través del POA.
Fuente de recursos	Recursos del Gobierno Autónomo Municipal exclusivamente, no cuenta con tasa de aseo urbano.
Presupuesto asignado	9.998.800,00 Bolivianos (2021)
Subvención del Servicio	100% subvencionado y 0% tasa de aseo

La Guardia

Capacidades.	Análisis
Operación del servicio de aseo	La operación del servicio de aseo urbano es tercerizada, la realiza una empresa local.
Autonomía de recursos	Los recursos asignados al servicio de aseo urbano son fijos a través del POA.

Fuente de recursos	Los recursos asignados al servicio de aseo urbano son fijos a través del POA.
Presupuesto asignado	4.700.000,00 Bolivianos (2021).
Subvención del Servicio	100% subvencionado y 0% tasa de aseo

El Torno

Capacidades.	Análisis
Operación del servicio de aseo	La operación del servicio de aseo urbano es tercerizada, la realiza una empresa local.
Autonomía de recursos	Los recursos asignados al servicio de aseo urbano son fijos a través del POA.
Fuente de recursos	Los recursos asignados al servicio de aseo urbano son fijos a través del POA.
Presupuesto asignado	2.528.000,62 Bolivianos (2021).
Subvención del Servicio	100% subvencionado y 0% tasa de aseo

Cotoca

Capacidades.	Análisis
Operación del servicio de aseo	La operación del servicio de aseo urbano es tercerizada, la realiza una empresa local.

Autonomía de recursos	Los recursos asignados al servicio de aseo urbano son fijos a través del POA.
Fuente de recursos	Recursos del Gobierno Autónomo Municipal exclusivamente, no cuenta con tasa de aseo urbano.
Presupuesto asignado	4.221.688,20 Bolivianos (2021).
Subvención del Servicio	100% subvencionado y 0% tasa de aseo

Porongo

Capacidades.	Análisis
Operación del servicio de aseo	La operación del servicio de aseo urbano es tercerizada, la realiza una empresa local.
Autonomía de recursos	Los recursos asignados al servicio de aseo urbano son fijos a través del POA.
Fuente de recursos	Recursos del Gobierno Autónomo Municipal exclusivamente, no cuenta con tasa de aseo urbano.
Presupuesto asignado	1.008.277,00 Bolivianos (2021).
Subvención del Servicio	100% subvencionado y 0% tasa de aseo

Fuente: Cálculo de generación, densidad y composición de los residuos sólidos en la región metropolitana (GAD;2022)

Si analizamos y comparamos la capacidad institucional de cada uno de los municipios, encontramos que la mayoría de ellos realiza el servicio de aseo urbano a través de un operador privado externo. Esto otorga más agilidad en la prestación del servicio a diferencia de la operación directa a través de personal propio y maquinaria del gobierno municipal, principalmente en la facilidad de resolver problemas o contingencias con la maquinaria, mantenimiento, gestión de recursos humanos, seguros personales y otros puntos importantes y necesarios.

Una debilidad en la mayoría de los municipios, excepto Santa Cruz de la Sierra, es que los Gobiernos Autónomos Municipales no tienen implementada una tasa de aseo urbano, es

decir este servicio es gratuito. Esto debilita de gran forma los servicios de aseo puesto que necesitan de un fuerte aporte económico para que se realice de manera medianamente óptima.

Por otro lado, aún en el municipio de Santa Cruz de la Sierra la tasa de aseo urbano no llega a cubrir ni el 50% del presupuesto total asignado demostrando que este servicio en su mayor parte es subvencionado con recursos del Gobierno Municipal. En los demás municipios la subvención es del 100%. Esta situación acarrea una fuerte debilidad en el alcance de los servicios de aseo de cada municipio.

Capacitación técnica.-

La falta de capacitación técnica, recursos tecnológicos e infraestructura de los Gobiernos Municipales, principalmente por temas políticos y el hecho de que la adecuada gestión de los residuos sólidos no es un tema primordial dentro de las políticas públicas de las autoridades, presumiblemente porque no fortalece una gestión municipal desde el punto de vista político como lo hacen otras obras, bonos otorgados u otras medidas adoptadas por las Autoridades de turno.

De igual forma, el nivel de adopción de culturas y educación básica de una adecuada gestión de residuos dentro de la población en general es demasiado bajo, siendo éste un problema real dentro de la GIRS, el cual disminuye las posibilidades de mejora, adopción e implementación de medidas y tecnologías que tengan óptimos resultados y con la eficiencia y eficacia esperada.

Desafíos y oportunidades para el aprovechamiento de los residuos en la Región Metropolitana.

Cuando repasamos los problemas y deficiencias de la Gestión Integral de Residuos Sólidos podemos encontrar oportunidades de mejoras que deberán ser planificadas con el compromiso de todos los actores involucrados.

Los primeros en ser llamados a generar los cambios positivos necesarios dentro de la GIRS son las autoridades de los tres niveles del estado, para ello es preponderante que se entienda este problema en la dimensión correcta y se otorgue la importancia requerida.

Sabemos que la región metropolitana cuenta con diversos problemas y prioridades, sin embargo, dentro de ellas es necesario atender a la gestión de residuos como una necesidad para salvaguardar la salud de la población y el medio ambiente.

Cambios en el pensamiento de la población.-

Se conoce que todo cambio dentro de comportamientos que han sido adoptados durante bastante tiempo, generan incomodidad, resistencia y malestar dentro del grupo que lo experimenta.

En la región metropolitana en general, se ha arraigado la idea que el problema de los residuos sólidos y su solución es enteramente competencia de las autoridades y principalmente de los Gobiernos Municipales. Hay una transferencia total de responsabilidades hacia estas unidades gubernamentales que se olvida que el problema de los residuos sólidos es una responsabilidad de todos los habitantes de una región.

Además de la normativa ambiental que identifica a todos los generadores como responsables de sus residuos y pese a todas las campañas realizadas en unidades educativas, medios de comunicación, ferias, publicidades, tratando de generar cambios y consciencia en la población sobre la correcta gestión de sus residuos, no se ha advertido mayores cambios.

Estos cambios en la mentalidad y comportamiento de la población se pueden generar a través de capacitaciones y educación ambiental, sin embargo, no se ha logrado planificar una estrategia eficiente y eficaz para la educación ambiental en la mayoría de los municipios de la Región Metropolitana de Santa Cruz, principalmente por un tema de prioridad y presupuesto.

Los esfuerzos de los Gobiernos Municipales se limitan a pequeñas campañas aisladas en ciertas épocas del año destinadas principalmente a escuelas, colegios y a la población en general, pero sin un seguimiento posterior cuyos resultados no han sido satisfactorios.

Si se quiere lograr diferentes resultados deben adoptarse medidas diferentes. Una campaña de sensibilización con personal capacitado y presupuesto asignado dentro de los POA, que contemple una metodología de medición del impacto posterior alcanzado y que brinde información histórica para la toma de decisiones es fundamental. Esta sensibilización y concientización deben estar alineadas a introducir los conceptos de Economía Circular dentro de la población. No se debe continuar realizando las mismas campañas y actividades gestión tras gestión sin visualizar cambios ni datos que midan el efecto o beneficio logrado.

Por otro lado, se educa con el ejemplo y un cambio debe venir desde las autoridades, no existe un edificio u oficina pública donde se realice correctamente la gestión de los residuos, implementación de contenedores diferenciados, almacenamiento temporal diferenciado, convenios con recicladores, recuperadores o empresas recicladoras para una recolección diferenciada.

Recordemos que toda la población está en constante uso de las oficinas y edificios públicos donde se podría empezar la implementación de una correcta gestión integral de los residuos y en donde la población en general pueda ir aprendiendo y concientizando sobre el correcto manejo de los mismos. Se habla de instituciones públicas como oficinas

administrativas, hospitales, unidades educativas, subalcaldías y toda institución dependiente de alguno de los tres niveles del estado.

Servicio de aseo urbano.-

Realizando un análisis de los servicios de aseo urbano de los diferentes municipios de la Región Metropolitana de Santa Cruz se pueden observar las marcadas asimetrías entre Santa Cruz de la Sierra y el resto de ellos.

Según la "Metodología para el Análisis de Viabilidad de Proyectos" enfocada a proyectos de tratamiento y valorización de residuos sólidos de la publicación *"Hacia la valorización de residuos sólidos en América Latina y el Caribe"* (BID, 2022) Se podría considerar como el único municipio que podría estar en condiciones para implementar o fortalecer actividades de tratamiento y valorización de residuos. Este aspecto será analizado y complementado posteriormente, a través de la metodología explicada en esta bibliografía.

El resto de los municipios el servicio de aseo urbano y la administración todavía no cuenta con las condiciones necesarias para la implementación de sistemas de tratamiento y valorización a gran escala, pero sí se podrían considerar de manera complementaria:

Para estos casos la metodología recomienda:

- Mejorar las condiciones de disposición final a partir de la construcción o la ampliación de un relleno sanitario, analizando la posibilidad de unirse a esquemas regionales existentes o nuevos. De no ser viable un sistema regional, se recomienda construir un sistema municipal/local de acuerdo a las normativas técnicas.
- En caso de que la construcción de un relleno sanitario local sea imposible, se recomienda implementar alternativas de tratamiento de bajo nivel de complejidad.
- Aumentar el porcentaje de cobertura de recolección de residuos tanto en áreas rurales como en las zonas urbanas.
- Aplicar soluciones individuales de baja complejidad, tales como sistemas de compostaje de la fracción orgánica biodegradable.
- Implementar rutas de recolección de la fracción no biodegradable, con baja frecuencia y con puntos comunes de recolección construidos comunitariamente.
- Transportar dichos residuos a sitios de clasificación manual de residuos reciclables, estaciones de transferencia regionales o rellenos sanitarios regionales/locales

Aprovechamiento, recuperación: En su gran mayoría se realiza a través de recolectores, recuperadores de base, intermediarios y empresas privadas. El mayor porcentaje de aprovechamiento proviene de fuentes no domiciliarias: mercados, supermercados,

industrias, ferias, espacios públicos, calles, avenidas y lugares públicos con acceso a los recolectores, recicladores o interesados en la recolección de estos materiales con fines de comercialización.

Una de las principales razones para que los interesados en el aprovechamiento de residuos identifiquen estos lugares de manera atractiva para el desarrollo de sus actividades es que los materiales de interés se encuentran en mayor cantidad en estos sitios y también la accesibilidad a ellos, caso contrario ocurre con los residuos generados en fuentes domiciliarias donde los residuos aprovechables con un mercado establecido, estamos hablando de plásticos, metales, papel y cartón principalmente, no se encuentran en cantidades atractivas, no son de libre acceso, además se encuentran mezclados y tendrían que tocar las puertas de muchos domicilios para colectar cantidades atractivas.

El aprovechamiento de residuos de fuentes domiciliarias es bastante bajo, sobre todo en lo referente a residuos orgánicos aprovechables, donde se encuentra la mayor proporción en cuanto a generación total en domicilios.

Disposición final: En botaderos controlados, botaderos a cielo abierto, relleno sanitario. La totalidad o prácticamente toda la cantidad de residuos sólidos de fuentes domiciliarias termina disponiéndose en los sitios de disposición final municipales.

El mayor reto de la GIRS dentro de la región metropolitana consiste en identificar una solución desde los puntos de vista técnico, tecnológico, económico, social y ambiental para el aprovechamiento y valorización de los residuos sólidos de fuentes domiciliarias, cuya composición aprovechable cuenta con un 41,55% de residuos sólidos orgánicos y un 15,44% de residuos sólidos con potencial reciclable para un total de 56,99% de potencial de aprovechamiento en residuos sólidos de fuentes domiciliarias..

Para resolver este problema se aplicará la metodología del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) para la evaluación de técnicas de valorización potencialmente viables con la aplicación y evaluación de fichas técnicas de las diferentes tecnologías disponibles.

Análisis del escenario para la implementación de actividades de tratamiento y valorización de residuos.-

Siguiendo la metodología para el análisis de viabilidad de proyectos de tratamiento y valorización de residuos se presenta un cuadro resumen de la evaluación de los escenarios de cada uno de los municipios que componen actualmente la región metropolitana y su área de influencia.

Esto permitirá establecer y calificar los escenarios para la viabilidad de proyectos según dicha metodología.

Cuadro No. 25: Escenario de los municipios de la RMSC en la GIRS.

Municipio	Indicadores de evaluación		
	Recolección y transporte	Disposición Final	Capacidad Institucional
Santa Cruz de la Sierra	Calificación: Alta Cuenta con aceptable cobertura del servicio de recolección y transporte (87%) y el cumplimiento de las frecuencias de recolección	Calificación: Alta Cuenta con un sitio de disposición final adecuado a la normativa técnica. Tiene una vida útil remanente de 25 años. El sitio tiene licencia ambiental	Calificación: Alta Tiene capacidad de recaudo económico. Cuenta con alto desarrollo urbano e infraestructura. Presupuesto asignado a la GIRS.
Warnes	Calificación: Bajo La cobertura del servicio de recolección y transporte solamente alcanza un 60% para las áreas urbanas y en áreas periurbanas y rurales es nulo.	Calificación: Bajo Cuenta con un sitio de disposición final calificado como botadero controlado. Tiene una vida útil menor a 5 años El sitio no tiene licencia ambiental	Calificación: Media Tiene capacidad de recaudo económico puesto que tiene una ley de cobro de tasa de aseo sin embargo no se aplica el cobro. Desarrollo urbano e infraestructura insuficiente. Presupuesto para la GIRS insuficiente a las necesidades.
La Guardia	Calificación: Medio La cobertura del servicio de recolección y transporte solamente alcanza un 85% para las áreas urbanas y un 65% en áreas periurbanas y rurales.	Calificación: Media Cuenta con un sitio de disposición final calificado como botadero controlado. Tiene una vida útil menor a 5 años El sitio cuenta con licencia ambiental	Calificación: Bajo El municipio no tiene capacidad de recaudación por tasa de aseo urbano. Desarrollo urbano e infraestructura medio. Presupuesto para la GIRS insuficiente a las necesidades.
El Torno	Calificación: Bajo La cobertura del servicio de recolección y transporte solamente alcanza un 68% para las áreas urbanas y en áreas periurbanas y rurales es nulo.	Calificación: Bajo Cuenta con un sitio de disposición final calificado como botadero. Tiene una vida útil menor a 5 años El sitio no tiene licencia ambiental	Calificación: Bajo El municipio no tiene capacidad de recaudación por tasa de aseo urbano. Desarrollo urbano bajo e infraestructura insuficiente para la GIRS.

			Presupuesto para la GIRS insuficiente a las necesidades.
Cotoca	Calificación: Bajo La cobertura del servicio de recolección y transporte solamente alcanza un 70% para las áreas urbanas, en áreas periurbanas un 70% y rurales en un 30%.	Calificación: Bajo Cuenta con un sitio de disposición final calificado como botadero. Tiene una vida útil menor a 5 años El sitio no tiene licencia ambiental	Calificación: Bajo El municipio no tiene capacidad de recaudación por tasa de aseo urbano. Bajo desarrollo urbano e infraestructura insuficiente para la GIRS. Presupuesto para la GIRS insuficiente a las necesidades.
Porongo	Calificación: Bajo La cobertura del servicio de recolección y transporte solamente alcanza un 21%.	Calificación: Bajo No cuenta con un sitio de disposición final operativo.	Calificación: Bajo El municipio no tiene capacidad de recaudación por tasa de aseo urbano. Bajo desarrollo urbano e infraestructura insuficiente para la GIRS. Presupuesto para la GIRS insuficiente a las necesidades.
Montero	Calificación: Alta Cuenta con aceptable cobertura del servicio de recolección y transporte (88%) y el cumplimiento de las frecuencias de recolección.	Calificación: Bajo Cuenta con un sitio de disposición final calificado como botadero controlado. Tiene una vida útil menor a 5 años El sitio no tiene licencia ambiental.	Calificación: Media Tiene capacidad de recaudo económico puesto que tiene una ley de cobro de tasa de aseo sin embargo no se aplica el cobro. Desarrollo urbano e infraestructura media. Presupuesto para la GIRS insuficiente a las necesidades.
Colpa Bélgica	Calificación: Bajo La cobertura del servicio de recolección y transporte menor al 60%	Calificación: Bajo Cuenta con un sitio de disposición final calificado como botadero. Tiene una vida útil menor a 5 años El sitio no tiene licencia ambiental	Calificación: Bajo El municipio no tiene capacidad de recaudación por tasa de aseo urbano. Bajo desarrollo urbano e infraestructura insuficiente para la GIRS. Presupuesto para la GIRS insuficiente a las necesidades.

Pailón	Calificación: Bajo La cobertura del servicio de recolección y transporte con frecuencia de dos veces por semana.	Calificación: Bajo Cuenta con un sitio de disposición final calificado como botadero. Tiene una vida útil menor a 5 años El sitio no tiene licencia ambiental	Calificación: Bajo El municipio no tiene capacidad de recaudación por tasa de aseo urbano. Bajo desarrollo urbano e infraestructura insuficiente para la GIRS. Presupuesto para la GIRS insuficiente a las necesidades.

Fuente: Elaboración propia en base a datos de: CÁLCULO DE GENERACIÓN, DENSIDAD Y COMPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN LA REGIÓN METROPOLITANA (GAD;2022), Consulta institucional a los GAM´s (2023).

Cuadro No. 26: Recomendaciones para la GIRS según el contexto y escenario municipal

Escenarios	Municipio(s)	Recomendaciones
1	Santa Cruz de la Sierra	· El municipio está preparado para implementar o fortalecer actividades de tratamiento y valorización de residuos.
2	----------	· Perfeccionar las condiciones de recolección y transporte y/o de disposición final. · No se descarta la implementación de sistemas de tratamiento y valorización de residuos complementarios para alargar la vida útil de sitios de disposición final que cuenten con autorización.
3	Montero	· Mejorar las condiciones de disposición final a partir de la construcción o la ampliación de un relleno sanitario, analizando la posibilidad de unirse a esquemas regionales existentes o nuevos. · De no ser viable un sistema regional, se recomienda construir un sistema municipal/local. · Aumentar las tasas de cobertura de recolección de residuos tanto en áreas rurales como en las zonas urbanas.

4	Warnes	· Mejorar la calidad y la continuidad de la recolección y el transporte de residuos. · Mejorar las condiciones de disposición final, a partir de la construcción o la ampliación de un relleno sanitario. · Excepcionalmente, en caso de que la construcción de un relleno sanitario local sea imposible, se recomienda implementar alternativas de tratamiento de bajo nivel de complejidad.
5	La Guardia; El Torno; Cotoca; Porongo; Colpa Bélgica; Pailón.	· Aplicar soluciones individuales de baja complejidad, tales como sistemas de compostaje de la fracción orgánica biodegradable. · Implementar rutas de recolección de la fracción no biodegradable, con baja frecuencia y con puntos comunes de recolección construidos comunitariamente. · Transportar dichos residuos a sitios de clasificación manual de residuos reciclables, estaciones de transferencia regionales o rellenos sanitarios regionales/locales.

Fuente: Elaboración propia en base "Hacia la valorización de residuos sólidos en América Latina y el Caribe" (BID, 2022)

3.7. Máxima separación en origen (domiciliaria, comercial e industrial).

Puesto que los datos obtenidos de estudios de caracterización de los municipios de la región metropolitana, en algunos casos, no cuentan con la determinación de la generación de fuentes no domiciliarias y por otro lado, que el análisis del problema se centrará en dar una solución viable para los residuos sólidos de fuentes domiciliarias como principal objetivo, el análisis de la máxima separación en origen solamente se centrará en los residuos sólidos domiciliarios.

Tomando como datos las proyecciones de generación de residuos en fuentes domiciliarias dentro de la Región Metropolitana (incluyendo los datos del municipio de Montero) y el porcentaje de residuos con posibilidad de aprovechamiento podemos calcular estimar la cantidad máxima de materiales aprovechables que se podrían separar y obtener en origen y su proyección a 20 años:

Cuadro No. 27: Proyección de generación de residuos domiciliaria y máxima cantidad de residuos domiciliarios aprovechables en la RMSC

Nº	AÑO	Población	Generación diaria de residuos (Tn/día)	Generación anual (Tn/año)	Máxima separación en origen (Tn/año)

1	2023	2.958.943	2.092,40	763.725,45	435.300,60
2	2024	3.126.893	2.229,33	813.707,19	463.788,69
3	2025	3.305.477	2.375,82	867.175,37	494.263,95
4	2026	3.495.483	2.532,60	924.398,72	526.879,54
5	2027	3.697.769	2.700,46	985.669,67	561.802,14
6	2028	3.913.266	2.880,29	1.051.306,77	599.213,32
7	2029	4.142.995	3.073,03	1.121.657,44	639.311,09
8	2030	4.388.067	3.279,73	1.197.100,94	682.311,63
9	2031	4.649.699	3.501,51	1.278.051,78	728.451,18
10	2032	4.929.220	3.739,63	1.364.963,51	777.988,25
11	2033	5.228.091	3.995,43	1.458.332,92	831.206,02
12	2034	5.547.910	4.270,42	1.558.704,88	888.415,02
13	2035	5.890.435	4.566,24	1.666.677,61	949.956,24
14	2036	6.257.597	4.884,68	1.782.908,71	1.016.204,48
15	2037	6.651.522	5.227,73	1.908.121,93	1.087.572,25
16	2038	7.074.553	5.597,57	2.043.114,73	1.164.514,10
17	2039	7.529.271	5.996,62	2.188.766,89	1.247.531,46
18	2040	8.018.531	6.427,53	2.346.050,11	1.337.178,18
19	2041	8.545.482	6.893,26	2.516.038,96	1.434.066,73
20	2042	9.113.611	7.397,05	2.699.923,09	1.538.875,16

Fuente: Elaboración propia en base a datos de: CÁLCULO DE GENERACIÓN, DENSIDAD Y COMPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN LA REGIÓN METROPOLITANA (GAD;2022).

De acuerdo a los datos de los estudios de caracterización realizados en los seis municipios de la región metropolitana e incluyendo los correspondientes al municipio de Montero el porcentaje de aprovechamiento de residuos alcanza un 56,99% de la generación para fuentes domiciliarias, siempre y cuando en condiciones ideales se tenga una máxima separación en origen en la totalidad de los municipios de la región metropolitana incluyendo el municipio de Montero.

Si determinamos la máxima cantidad de residuos aprovechables en la región metropolitana de acuerdo a la caracterización y composición de los residuos de la región metropolitana obtenemos los siguientes valores por tipo de residuos:

Cuadro No. 28: ***Proyección de generación por tipo de residuos aprovechables en fuente domiciliaria en la RMSC***

Nº	Año	Orgánicos (T/año)	Plásticos (T/año)	Papel y Cartón (T/año)	Vidrio (T/ño)	Metálicos y No metálicos (T/año)	Total residuos aprovechables (T/año)
1	2023	317.683,85	52.409,33	37.216,06	17.707,23	10.284,13	435.300,60
2	2024	338.474,56	55.839,24	39.651,65	18.866,07	10.957,17	463.788,69
3	2025	360.715,50	59.508,40	42.257,14	20.105,75	11.677,16	494.263,95
4	2026	384.518,47	63.435,25	45.045,61	21.432,49	12.447,72	526.879,54
5	2027	410.005,11	67.639,86	48.031,32	22.853,08	13.272,78	561.802,14
6	2028	437.307,91	72.144,10	51.229,79	24.374,89	14.156,63	599.213,32
7	2029	466.571,40	76.971,79	54.657,95	26.006,00	15.103,95	639.311,09
8	2030	497.953,34	82.148,97	58.334,29	27.755,18	16.119,85	682.311,63
9	2031	531.626,14	87.704,08	62.278,99	29.632,05	17.209,92	728.451,18
10	2032	567.778,46	93.668,24	66.514,17	31.647,13	18.380,25	777.988,25
11	2033	606.616,97	100.075,56	71.064,03	33.811,93	19.637,54	831.206,02
12	2034	648.368,29	106.963,41	75.955,12	36.139,09	20.989,12	888.415,02
13	2035	693.281,28	114.372,85	81.216,59	38.642,47	22.443,05	949.956,24
14	2036	741.629,47	122.349,00	86.880,49	41.337,33	24.008,19	1.016.204,48
15	2037	793.713,92	130.941,54	92.982,08	44.240,44	25.694,28	1.087.572,25
16	2038	849.866,34	140.205,19	99.560,23	47.370,29	27.512,06	1.164.514,10
17	2039	910.452,69	150.200,31	106.657,80	50.747,28	29.473,37	1.247.531,46
18	2040	975.877,17	160.993,60	114.322,16	54.393,94	31.591,31	1.337.178,18

19	**2041**	1.046.586,76	172.658,79	122.605,65	58.335,19	33.880,34	1.434.066,73
20	**2042**	1.123.076,31	185.277,52	131.566,26	62.598,61	36.356,47	1.538.875,16

Fuente: *Elaboración propia en base a datos de estudios de caracterización y levantamiento estadístico departamental -conteo poblacional 2023*

3.8. Recolección bajo responsabilidad municipal, con participación de los recicladores.

Como se ha mencionado anteriormente el papel de los recuperadores de base y/o los denominados recicladores se limita preferentemente al rescate de los residuos sólidos de fuentes no domiciliarias y exclusivamente a materiales que tengan un potencial reciclable puesto que existe un mercado activo interesado en la adquisición de este tipo de materiales.

En ese contexto los materiales más interesantes resultan los inorgánicos reciclables como ciertas variedades de plásticos, cartón, metálicos y en una menor cantidad el papel y el vidrio.

Quedan relegados del interés de los recolectores, los residuos orgánicos puesto que no cuenta con un mercado demandante o es muy pequeño y restringido a algunas actividades de cultivo de plantas como viveros o similares.

En tanto no se tenga una recolección diferenciada de residuos, la participación del sector de los recuperadores de base será escasa y nula puesto que no tienen el interés en rescatar materiales orgánicos y también reciclables que se encuentren estropeados o deteriorados por la mezcla con los de tipo orgánicos.

En ese sentido, en el municipio de Santa Cruz de la Sierra nace una propuesta de recolección diferenciada de materiales con potencial reciclable los cuales serán recolectados de fuentes no domiciliaria considerados como grandes generadores y algunos de fuentes domiciliaria, además de puntos fijos de almacenamiento donde la población en general podrá depositar sus residuos reciclables de acuerdo a sus características.

La recolección estará a cargo de los recuperadores de base organizados formalmente en sus asociaciones y el Gobierno Municipal dotará del medio de transporte para llevarlos a instalaciones de recuperación de materiales reciclables donde se realizará el acondicionamiento de los mismos para su venta y comercialización.

El éxito de este Programa Municipal de recolección diferenciada se centrará en sumar los esfuerzos de la población en su conjunto, por consiguiente deberá estar apoyado por campañas masivas de difusión buscando la concientización de la población en general despertando su interés por el cuidado del medio ambiente y los beneficios de una economía circular.

Por otro lado, se necesita fortalecer centros de acopio con maquinaria básica que ayude a los recolectores a procesar los residuos recolectados de manera de darle mejores condiciones de venta y comercialización así como un valor agregado. Esta maquinaria debe estar en función al tipo de residuo, la cantidad a procesar y contar con el espacio necesario para el desarrollo de las actividades.

Es necesario que estos lugares de acopio sean supervisados, mantenidos por personal técnico calificado del gobierno autónomo municipal de manera de asistir a los recuperadores en temas administrativos, resoluciones de conflictos, contingencias o alguna situación que exija apoyo.

3.9. Remisión a plantas de clasificación o centros de preclasificación.

Actualmente se tienen cinco centros de acopio en el municipio de Santa Cruz de la Sierra, mismos que se encuentran trabajando con apoyo del Gobierno Autónomo Municipal de Santa Cruz y de la fundación AMIGARSE.

Cuadro No. 29: Centros de acopio

CENTRO DE ACOPIO	ZONA	GEO REFERENCIA	No. RECOLECTORES
Punto Verde - Mangales del Sur	Zona Abasto Antiguo	477393.02 m E 8032398.79 m S	14 recolectores
Punto Naranja - Amigos del Reciclaje	Distrito 6 Parque Industrial	484902.82 m E 8036757.51 m S	33 recolectores
Punto Azul	Zona Sur Av. Santos Dumont entre 4to y 5to anillo	481729.35 m E 8029419.19 m S	10 recolectores
Punto Rojo - Asociación Tiempos de cambio	Av. Monte Cristo 7mo anillo	488074.69 m E 8035942.21 m S	21 recolectores
Ecopunto: El Turere	Zona Plan tres mil	489404.23 m E 8027214.52 m S	Sin dato

Fuente: *Fundación AMIGARSE*

Para que estos centros de acopio y selección puedan operar de manera más efectiva se necesita fortalecerlos con equipamiento y el espacio adecuado para las actividades.

El Programa Municipal de Recolección Diferenciada considera el transporte de los residuos hasta estos centros de acopio y clasificación para su procesamiento, esto en coordinación con la fundación AMIGARSE y las asociaciones de recuperadores.

Los recursos económicos generados por estos centros de acopios y clasificación serán destinados a los recuperadores.

A dichos centros de acopio y clasificación solo van los recolectados de manera diferenciada de puntos fijos y recolectados de generadores específicos, sin embargo los que provienen de la recolección mixta son enviados al complejo municipal de tratamiento de residuos para su disposición final bajo la técnica de relleno sanitario.

Creación de centros de valorización de los materiales (selección fina, prensado, lavado y picado, peletizado, extrusión, etc.).

Algunos de los procesos industriales posteriores a la recolección y clasificación de los residuos reciclables se realizan en los centros de acopio tales como el prensado y enfardado, principalmente de plásticos y cartones, para su posterior comercialización hacia las plantas de reciclaje donde se llevarán posteriormente los demás procesos hasta su inclusión a la cadena productiva.

Otros procesos que exigen otro tipo de equipamiento como el lavado, picado, peletizado, extrusión y otros más, son realizados por las empresas recicladoras que adquieren el material en bruto.

En los centros de valorización mencionados anteriormente no se realizan este tipo de procesos a los materiales recuperados.

De lo anterior podemos identificar las siguientes oportunidades a ser analizadas para los municipios medianos y pequeños principalmente sabiendo que el sitio de disposición final es una de sus principales debilidades y que demanda cantidades importantes de recursos en cuanto a estudios previos (ubicación, topográfico, geológicos, hidrogeológicos, hidráulicos, ambientales), adquisición de terreno, operación, mantenimiento, monitoreo y cierre durante toda la vida útil del proyecto.

Se debería buscar los mecanismos técnicos y legales para que los municipios medianos y pequeños de la región metropolitana a través de convenios intergubernamentales puedan disponer sus residuos en el Complejo Municipal de Tratamiento de Residuos Sólidos del municipio de Santa Cruz de la Sierra. Actualmente el municipio de Porongo ya ha optado por esta estrategia en tanto pueda implementar un sitio de disposición final propio. El Sitio

de disposición final de Santa Cruz de la Sierra entró en operación en Julio del año 2019 y fue proyectado para una vida útil de 30 años.

Otras recomendaciones para la mejora en los municipios medianos y pequeños serían:

- Ampliar la cobertura del servicio de aseo de manera paulatina y planificada.
- Desarrollar, capacitar y mantener al personal técnico encargado de la GIRS.
- Implementar tasa de aseo urbano, con una administración autónoma para gestionar los recursos y destinarlos a las prioridades en el servicio de aseo.
- Implementar sistema de operación tercerizada con operadores autorizados con experiencia en sistemas de aseo urbano y personal idóneo.

Un grupo focal de profesionales especialistas y con amplia experiencia en la temática local de residuos sólidos, realizado durante la realización de esta consultoría, fue consultado respecto a la mejor estrategia a implementarse en el mediano plazo para cooperar con el desarrollo de la GIRS en los municipios menos favorecidos.

El 75% de ellos considera que la estrategia más factible y que conlleva menor esfuerzo de implementación es integrar los servicios en lo referente a recolección y transporte de residuos hacia estaciones de transferencia dentro del municipio de Santa Cruz de la Sierra para que estos sean trasladados hasta el Complejo Municipal de Tratamiento de Residuos Sólidos Santa Cruz, en el marco de convenios intergubernamentales. Para el caso específico del municipio de Porongo ya se ha adoptado esta medida en tanto se desarrolla el proyecto de implementación de su relleno sanitario de acuerdo a las normativas.

Esta alternativa solucionaría en el corto-mediano plazo una de las necesidades principales de sitios de disposición final adecuados cuya implementación incluye tanto los estudios previos, la adquisición del terreno y la construcción del mismo, sin mencionar el cierre técnico de los sitios actuales, lo cual conlleva la erogación de cuantiosos recursos económicos y tiempo hasta la implementación. Cabe resaltar que los resultados obtenidos de dicho taller se presentan en los anexos del presente trabajo.

4. ANÁLISIS DE LA NORMATIVA Y MODELOS DE GOBERNANZA.

4.1. Marco normativo.

En cuanto a regulación, la gestión de residuos en Bolivia se organiza en tres niveles de administración pública: Gobierno Central, Gobierno Departamental y Gobierno Municipal, con sus respectivas competencias claramente establecidas:

Competencias sectoriales de la administración pública.-

El principal demandante de servicios de gestión de RSU en Bolivia son las Administraciones Públicas del Gobierno, concretamente, el Gobierno local de cada región o ciudad metropolitana.

Con la Constitución Política del Estado (2009) y la Ley Marco de Autonomías y Descentralización "Andrés Ibáñez" (2010) nace la nueva Organización del Estado Plurinacional de Bolivia y con ella la designación de competencias para los diferentes niveles de estado y para todos los sectores del país.

La Estructura Política del Estado, presenta tres niveles de gobierno, que son: El gobierno central, los gobiernos departamentales y gobiernos municipales, cada uno con competencias y funciones propias en el sector de la gestión de residuos sólidos.

La gestión de residuos en Bolivia se organiza de la misma manera, en tres niveles de administración pública:

- Gobierno Nacional a través de la Dirección General de Gestión Integral de Residuos Sólidos dependiente del Ministerio de Medio Ambiente y Agua.
- Gobierno Departamental a partir de las Direcciones Departamentales.
- Gobierno Municipal a través de las Direcciones Municipales.

Gráfico No. 14: Esquema de competencias por actores públicos que intervienen en la gestión del servicio y el rol asignado:



La Constitución Política del Estado (2009) establece en el marco de la estructura y organización territorial del Estado, (Tercera Parte, Título I), la distribución de competencias para los diferentes niveles de Estado: Gobierno Central, Departamental y Municipal. En lo referente al sector de Residuos Sólidos, establece competencias privativas y exclusivas para el nivel central del Estado, que consiste en la Formulación de Políticas de Estado y el Régimen General. Así también, establece competencias concurrentes entre el nivel central del Estado y las unidades territoriales autónomas. Para los gobiernos

municipales autónomos establece competencias exclusivas que consisten en la implementación de las Políticas de Estado y la ejecución del Servicio de Aseo. Estas se encuentran descritas en los Art. 298, 299, que contempla, actividades, proyectos de agua potable y tratamiento de residuos sólidos.

Marco normativo a nivel nacional.-

De cumplimiento obligatorio para todos los estantes y habitantes del Estado Plurinacional de Bolivia.

Constitución Política del Estado

En enero de 2009, se aprobó la Constitución Política del Estado Plurinacional de Bolivia, la cual establece con relación al sector de residuos sólidos competencias privativas y exclusivas para el nivel central del Estado, competencias concurrentes entre el nivel central del Estado y las entidades territoriales autónomas, y para los gobiernos municipales autónomos establece competencias exclusivas.

Toda competencia que no esté incluida en esta Constitución será atribuida al Estado Plurinacional.

Artículo 297. I. Las competencias definidas en esta Constitución son:

1. Privativas, aquellas cuya legislación, reglamentación y ejecución no se transfiere ni delega, y están reservadas para el nivel central del Estado.

2. Exclusivas, aquellas en las que un nivel de gobierno tiene sobre una determinada materia las facultades legislativa, reglamentaria y ejecutiva, pudiendo transferir y delegar estas dos últimas.

3. Concurrentes, aquellas en las que la legislación corresponde al nivel central del Estado y los otros niveles ejercen simultáneamente las facultades reglamentaria y ejecutiva.

4. Compartidas, aquellas sujetas a una legislación básica de la Asamblea Legislativa Plurinacional cuya legislación de desarrollo corresponde a las entidades territoriales autónomas, de acuerdo a su característica y naturaleza. La reglamentación y ejecución corresponderá a las entidades territoriales autónomas.

Art. 298, Parágrafo I, numeral 20.- I. Son competencias privativas del nivel central del Estado: Numeral 20, Política general de Biodiversidad y Medio Ambiente.

De acuerdo a la competencia exclusiva del Numeral 6 del Parágrafo II, concordante con el Numeral 2 del Artículo 345, el nivel central del Estado tiene las siguientes competencias exclusivas: 1. Elaborar, reglamentar y ejecutar las políticas de gestión ambiental. 2. Elaborar, reglamentar y ejecutar los regímenes de evaluación de impacto ambiental y control de calidad ambiental.

Artículo 299: II. Las siguientes competencias se ejercerán de forma concurrente por el nivel central del Estado y las entidades territoriales autónomas: ...1. Preservar, conservar y

contribuir a la protección del medio ambiente y fauna silvestre manteniendo el equilibrio ecológico y el control de la contaminación ambiental. 8. Residuos industriales y peligrosos. 9. Proyectos de agua potable y tratamiento de residuos sólidos.

Artículo 302: I. Son competencias exclusivas de los gobiernos municipales autónomos, en su jurisdicción: 5. Preservar, conservar y contribuir a la protección del medio ambiente y recursos naturales, fauna silvestre y animales domésticos. 6. Elaboración de Planes de Ordenamiento Territorial y de uso de suelos, en coordinación con los planes del nivel central del Estado, departamental e indígena, 27. Aseo urbano, manejo y tratamiento de residuos sólidos en el marco de la política del Estado, **4**2. Planificación del desarrollo municipal en concordancia con la planificación departamental y nacional.

- **Ley No. 031 Ley marco de autonomías y descentralización Andrés Ibañez de 19 de julio de 2010**

Ley Marco de Autonomías y Descentralización “ANDRÉS IBAÑEZ” (2010) Tiene por objeto regular el régimen de autonomías por mandato del Artículo 271 de la Constitución Política del Estado y las bases de la organización territorial del Estado. Su ámbito de aplicación es a nivel central del Estado y las entidades territoriales autónomas; gobierno autónomo departamental, municipal, regional e indígena originario campesino.

Con relación al sector residuos, en el Artículo 88. (Biodiversidad y Medio Ambiente), Parágrafo IV, indica que de acuerdo a las competencias concurrentes 8 y 9 del Artículo 299 Parágrafo II de la Constitución Política del Estado se distribuyen las competencias concurrentes de la siguiente manera: 1. Nivel Central del Estado: a) Fomentar el régimen y las políticas para el tratamiento de residuos sólidos, industriales y tóxicos. 2. Gobiernos departamentales autónomos: a) Reglamentar y ejecutar, en su jurisdicción, el régimen y las políticas de residuos sólidos, industriales y tóxicos aprobadas por el nivel central del Estado.

Título VII (Coordinación entre el nivel central del estado y las entidades territoriales autónomas), Capítulo I (Coordinación):

Artículo 120º.- (Coordinación) La coordinación entre el nivel central del Estado y las entidades territoriales autónomas es una obligación ineludible y la garantía del funcionamiento del Estado Plurinacional con autonomías, se establece con un permanente y adecuado flujo de información y fundamentalmente en los ámbitos político, técnico, programático, económico y financiero, mediante la institucionalidad y normativa establecida en la presente Ley, además de los acuerdos y convenios que en uso de sus facultades puedan establecer las partes entre sí.

Artículo 121º.- (Mecanismos e instrumentos de coordinación) Los mecanismos e instrumentos de coordinación, como mínimo, serán los siguientes:

1. Para la coordinación política se establece un Consejo Nacional de Autonomías.

2. La entidad encargada de la coordinación técnica y el fortalecimiento de la gestión autonómica será el Servicio Estatal de Autonomías.

3. El Sistema de Planificación Integral del Estado se constituye en el instrumento para la coordinación programática, económica y social.

4. Los Consejos de Coordinación Sectorial.

5. Las normas e instrumentos técnicos de la autoridad nacional competente permitirán la coordinación financiera, sobre la base de lo establecido en la presente Ley.

6. Los acuerdos y convenios intergubernativos entre las entidades territoriales autónomas.

Artículo 132º.- (Consejos de Coordinación Sectorial)

I. Los Consejos de Coordinación Sectorial son instancias consultivas, de proposición y concertación entre el gobierno del nivel central del Estado y los gobiernos autónomos, para la coordinación de asuntos sectoriales.

II. Los Consejos de Coordinación Sectorial estarán conformados por la Ministra o Ministro cabeza de sector de la materia, y la autoridad competente del sector de los gobiernos autónomos, en caso que corresponda.

II. Los Consejos de Coordinación Sectorial serán presididos por la Ministra o Ministro cabeza de sector de la materia, y se reunirán a convocatoria de ésta o éste, o a petición de alguno de sus miembros.

Artículo 133º.- (Acuerdos y convenios intergubernativos entre entidades territoriales)

I. Los acuerdos intergubernativos destinados al desarrollo para el ejercicio coordinado de sus competencias y la implementación conjunta de programas y proyectos podrán suscribirse entre entidades territoriales autónomas o entre éstas con el nivel central del Estado. Estos acuerdos serán vinculantes para las partes con fuerza de ley, una vez ratificados por sus respectivos órganos deliberativos.

II. Se prohíbe la federación de gobiernos autónomos departamentales donde se tomen decisiones políticas de manera colegiada y vinculante para sus gobiernos, en contravención a la Constitución Política del Estado y las leyes. El incumplimiento de este precepto dará lugar a la aplicación de las medidas jurisdiccionales que correspondan.

Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos No 755 de 28 de octubre de 2015.

La Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos No 755: Tiene por objeto establecer la política general y el régimen jurídico de la Gestión Integral de Residuos en el Estado Plurinacional de Bolivia, priorizando la prevención para la reducción de la generación de

residuos, su aprovechamiento y disposición final sanitaria y ambientalmente segura, en el marco de los derechos de la Madre Tierra, así como el derecho a la salud y a vivir en un ambiente sano y equilibrado.

El Artículo 9. Sobre POLÍTICAS DE ESTADO, señala: "Se *establecen las siguientes políticas de Estado: a) Planificación y coordinación interinstitucional e intersectorial para la Gestión Integral de Residuos. b) Prevención de la generación de residuos y fomento al cambio de patrones de producción y consumo para reducir la cantidad y peligrosidad de los residuos. c) Aprovechamiento de residuos y fomento al desarrollo de mercados para la comercialización y consumo de productos reciclables. d) Gestión Integral diferenciada de residuos peligrosos y especiales.1628 e) Cierre de botaderos y remediación de sitios contaminados generados por la gestión inadecuada de los residuos, y la implementación de rellenos sanitarios para la disposición final ambiental y sanitariamente segura de los mismos….(…)…"*

El Capítulo IV, Artículo 42 respecto al CONSEJO DE COORDINACIÓN SECTORIAL señala*:". Con la finalidad de mejorar la coordinación y materializar las políticas públicas sectoriales para la Gestión Integral de Residuos, en el marco de la Ley Nº 031 de 19 de julio de 2010, "Ley Marco de Autonomías y Descentralización - Andrés Ibáñez", se creará el Consejo Sectorial de Residuos, entre el nivel central del Estado y las entidades territoriales autónomas, cuya conformación y funcionamiento serán establecidos mediante reglamentación emitida por el Ministerio cabeza del sector"*

Siendo necesario mencionar un aspecto de cumplimiento obligatorio se encuentra establecido en la Disposición Transitoria: SEGUNDA que a la letra señala*:"I. que los botaderos y áreas contaminadas por residuos deben ingresar a procesos de clausura, cierre técnico y saneamiento ambiental, en cumplimiento con la normativa vigente y protección a la salud, en un plazo máximo de cinco (5) años, de acuerdo a la planificación que emita el Ministerio cabeza de sector. II. A partir de la gestión 2016, los gobiernos autónomos municipales deben programar dentro de su presupuesto institucional, los recursos suficientes para iniciar las acciones conducentes al cumplimiento de lo establecido en el párrafo primero de la presente disposición. III. El Ministerio cabeza del sector, elaborará el Plan de Implementación de la presente Ley, en un plazo máximo de ciento ochenta (180) días a partir de la publicación de la presente Ley".*

Decreto Supremo No 2954 de 19 de octubre de 2016

El Decreto Supremo No 2954 establece la reglamentación a la Ley No. 755, cuyo documento de cumplimiento obligatorio para los diferentes actores involucrados en la gestión integral de residuos sólidos.

ARTÍCULO 1.- (OBJETO). El presente Decreto Supremo tiene por objeto Reglamentar la Ley Nº 755, de 28 de octubre de 2015, de Gestión Integral de Residuos, para su

implementación en observancia al derecho a la salud, a vivir en un ambiente sano y equilibrado, así como los derechos de la Madre Tierra.

ARTÍCULO 8.- (Programa de apoyo).

I. El Ministerio de Medio Ambiente y Agua, en coordinación con las entidades territoriales autónomas, elaborará el Programa de Apoyo para los recuperadores o recicladores de residuos.

II. El Programa de Apoyo tendrá como alcance el ámbito local, departamental y nacional según corresponda de acuerdo a estudios y participación de los recuperadores o recicladores en las actividades de separación, almacenamiento, recolección o transporte de los residuos.

ARTÍCULO 28.- (FOMENTO A LA PRODUCCIÓN, CONSUMO Y ADQUISICIÓN DE PRODUCTOS RECICLADOS). El nivel central del Estado y las entidades territoriales autónomas en el marco de sus competencias, deberán coadyuvar en el establecimiento y desarrollo del mercado interno, de productos fabricados con material reciclado de industria nacional, para garantizar el máximo aprovechamiento de los residuos en coordinación con el sector productivo.

ARTÍCULO 29.- (RECONOCIMIENTO A LA GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS EN ACTIVIDADES PRODUCTIVAS). El Ministerio de Desarrollo Productivo y Economía Plural, en coordinación con el Ministerio de Medio Ambiente y Agua otorgará el reconocimiento denominado “Bolivia Limpia”, a través del Premio Nacional de la Excelencia para el Vivir Bien a entidades e instituciones públicas o privadas que hayan implementado iniciativas innovadoras de forma voluntaria, relativas a la gestión integral de residuos.

ARTÍCULO 30.- (GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS PELIGROSOS MUNICIPALES). El Ministerio de Medio Ambiente y Agua y las entidades territoriales autónomas, deben promover la implementación de infraestructuras para el tratamiento de residuos peligrosos de fuente municipal con alcance individual o mancomunado, tomando en cuenta los siguientes criterios.

a) Gestión para la elaboración de estrategias y proyectos;
b) Identificación de sitios para el emplazamiento de las infraestructuras;
c) Transferencia de tecnologías y gestión del conocimiento.

ARTÍCULO 31.- (PROGRAMAS PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS).

I. La planificación de la Gestión Integral de Residuos se desarrollará a través de:

a) Programa Nacional de la Gestión Integral de Residuos – PNGIR;
b) Programa Departamental de Gestión Integral de Residuos – PDGIR;
c) Programa Municipal de Gestión Integral de Residuos – PMGIR.

II. Los Programas señalados en el Parágrafo precedente, se formularán por un periodo de hasta cinco (5) años en el marco de sus competencias y responsabilidades establecidas en

la Ley Nº 755, debiendo articularse los mismos a los Planes establecidos en la Ley Nº 777, de 21 de enero de 2016, del Sistema de Planificación Integral del Estado – SPIE.

Ley de Medio Ambiente No. 1333 de 27 de abril de 1992.

Establece los lineamientos para regular las acciones antropogénicas con respecto al medio ambiente, enfocadas a lograr el desarrollo sostenible. Particularmente, se destacan los Artículos 17 y 19: El Artículo 17 establece: “Es deber del Estado y la sociedad, garantizar el derecho que tiene toda persona y ser viviente a disfrutar de un ambiente sano y agradable en el desarrollo y ejercicio de sus actividades.” Por su parte el Artículo 19 señala que son objetivos del control de la calidad ambiental: “1.Preservar, conservar, mejorar y restaurar el medio ambiente y los recursos naturales a fin de elevar la calidad de vida de la población. 2. Normar y regular la utilización del medio ambiente y los recursos naturales en beneficio de la sociedad en su conjunto. 3. Prevenir, controlar, restringir y evitar actividades que conlleven efectos nocivos o peligrosos para la salud y/o deterioren el medio ambiente y los recursos naturales. 4. Normar y orientar las actividades del Estado y la Sociedad en lo referente a la protección del medio ambiente y al aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, a objeto de garantizar la satisfacción de las necesidades de la presente y futuras generaciones.”

Es una ley que establece que la política nacional del medio ambiente debe contribuir a mejorar la calidad de vida de la población.

Reglamento a la Ley de Medio Ambiente (Aprobado mediante Decreto Supremo Nº 24176, de 8 de Diciembre de 1995.

Reglamento de la Ley de Medio Ambiente Nº 1333, que tiene por objeto “establecer el régimen jurídico para el control del medio ambiente, siendo el primer instrumento (abrogado en la parte que corresponde a Residuos sólidos) que da las pautas para un tratamiento adecuado a la gestión de los residuos sólidos, fomentando el aprovechamiento de los mismos mediante la adecuada recuperación de los recursos en ellos contenidos.

Ley No 482 de los Gobiernos Autónomos Municipales de 9 de enero de 2014.

Ley que tiene por objeto regular la estructura organizativa y funcionamiento de los Gobiernos Autónomos Municipales, de manera supletoria dentro del marco de sus competencias.

Ley de Derechos de la Madre Tierra Nº 071 de 21 de diciembre de 2010.

Establece como objeto en el Artículo 1, reconocer los derechos de la Madre Tierra, también establece las obligaciones y deberes del Estado Plurinacional y de la sociedad para garantizar el respeto de estos derechos.

En materia de residuos se presenta una implícita relación con los botaderos, en su Artículo 7 “Derechos de la Madre Tierra”, inciso 7 que señala lo siguiente: “A vivir libre de

contaminación: *"Es el derecho a la preservación de la Madre Tierra de contaminación de cualquiera de sus componentes, así como de residuos tóxicos y radioactivos generados por las actividades."*

La Ley Marco de la Madre Tierra y Desarrollo Integral para Vivir Bien N° 300 de 15 de octubre de 2012.

Esta ley establece principios de cumplimiento de la misma que con relación al cierre técnico de botaderos se pueden mencionar los siguientes: Garantía de Restauración de la Madre Tierra. El Estado Plurinacional de Bolivia y cualquier persona individual, colectiva o comunitaria que ocasione daños de forma accidental o premeditada a los componentes, zonas y sistemas de vida de la Madre Tierra, está obligada a realizar una integral y efectiva restauración o rehabilitación de la funcionalidad de los mismos, de manera que se aproximen a las condiciones preexistentes al daño, independientemente de otras responsabilidades que puedan determinarse la responsabilidad histórica.

El Estado y la sociedad asumen la obligación de impulsar las acciones que garanticen la mitigación, reparación y restauración de los daños de magnitud a los componentes, zonas y sistemas de vida de la Madre Tierra.

En el Artículo 31. (Gestión de Residuos) Las bases y orientaciones del Vivir Bien, a través del desarrollo integral en gestión de residuos son: 1) Promover la transformación de los patrones de producción y hábitos de consumo en el país y la recuperación y reutilización de los materiales y energías contenidos en los residuos, bajo un enfoque de gestión cíclica de los mismos. 2) Desarrollar mecanismos institucionales, técnicos y legales de prevención, disminución y reducción de la generación de los residuos, su utilización, reciclaje tratamiento, disposición final sanitaria y ambientalmente segura, en el marco del Artículo 299 parágrafo II numerales 8 y 9 de la Constitución Política del Estado. 3) Garantizar el manejo y tratamiento de residuos de acuerdo a Ley específica. 4) Desarrollar acciones educativas sobre la gestión de residuos en sus diferentes actividades para la concienciación de la población boliviana.

Decreto Supremo Nº 29894 de 7 de febrero de 2009.

Por el cual se establece la estructura organizativa del Poder Ejecutivo del Estado Plurinacional, así también las atribuciones de las autoridades de Estado, los principios y valores que deben conducir a los servidores públicos en conformidad a lo establecido en la Constitución Política del Estado.

A partir de dicho decreto se crea la Dirección General de Gestión Integral de Residuos Sólidos, primera instancia a nivel nacional para ejecutar las políticas, planes y programas establecidos por la cabeza de sector. d) Las entidades municipales de aseo han sido capacitadas en gestión de residuos sólidos Una de las primeras tareas apoyadas por la Dirección General de Gestión Integral de Residuos Sólidos, ha sido la promoción de la capacitación y asistencia a técnicos de las entidades y unidades municipales de aseo en

temas relacionados al aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos y de manera general a la gestión de residuos sólidos.

Así mismo, se conformó la Asociación Boliviana de Entidades Municipales de Aseo (ABEMAU), la cual tiene por objetivo representar los intereses de las diferentes empresas y entidades municipales de aseo a nivel nacional para generar sostenibilidad técnica y financiera.

Entre los años 2009 y 2010 se ha realizado el primer “Diagnóstico de la Gestión de Residuos Sólidos en Bolivia”, con el objeto de conocer, analizar y difundir información respecto a la gestión de residuos sólidos que se desarrolla en el país, para orientar la toma de decisiones en los niveles de Estado, particularmente en la formulación de políticas, estrategias y programas.

Este documento nacional, ha considerado como muestra a 183 municipios del país y actualmente, se encuentra en proceso de revisión. f) El Plan Nacional de Desarrollo y Plan Sectorial de Desarrollo de Saneamiento Básico, han considerado dentro sus políticas y programas a la gestión integral de residuos sólidos. Si bien estamos haciendo referencia a documentos de más de una década, no es menos cierto que son la base de toda la estructura que nos toca implementar.

El Plan Nacional de Desarrollo en su Política Nº1 “Agua de Dominio Público”, establece el desarrollo de tres programas nacionales, referidos al fortalecimiento de la información del sector, la gestión sostenible de los residuos sólidos y el mejoramiento y ampliación de los servicios de recolección y rellenos sanitarios. Estos programas han sido incorporados en el Plan Sectorial de Desarrollo de Saneamiento Básico, en los ejes de desarrollo y objetivos estratégicos.

En ese marco el Programa Plurinacional de la Gestión Integral de Residuos Sólidos, comprende la formulación de políticas, ejes de desarrollo y proyectos. g) Existen experiencias locales en aprovechamiento de residuos sólidos, gestionadas por los gobiernos municipales a través de las entidades municipales de aseo Principalmente, en las ciudades capitales del eje troncal del país y en algunas ciudades intermedias, se han desarrollado experiencias locales en aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos tales como el compostaje y la recolección diferenciada de residuos reciclables, esto ha permitido desarrollar y mejorar la gestión de los municipios y las capacidades técnico legales de los funcionarios relacionados a la temática.

Decreto Supremo No. 3856 de 3 de abril de 2019.

El presente Decreto Supremo tiene por objeto modificar el Reglamento de Prevención y Control Ambiental – RPCA, aprobado por Decreto Supremo N° 24176, de 8 de diciembre de 1995, modificado por el Decreto Supremo N° 3549, de 2 de mayo de 2018.

Y sin duda, la más relevante:

Resolución Ministerial Nº 1144/2009 del 13 de noviembre de 2009.

Aprueba el Reglamento para la Gestión de Residuos Sólidos generados en establecimientos de salud por el Ministerio de Salud y Deportes.

La cual tiene por objeto reglamentar el manejo de los residuos sólidos generados en establecimientos de salud, tanto en el interior como al exterior de los mismos (Art. 1). El reglamento es aplicable a los residuos clases A, clase B – subclase B-2 y clase C. 1.3.5.5 Normas Bolivianas relacionadas a la GIRS El Instituto Boliviano de Normalización y Calidad (IBNORCA), ha publicado diversas normas para la gestión de residuos sólidos desde la gestión 1996. A continuación, se hace un breve resumen de cada una de ellas: Ø Normas Bolivianas NB 742-760 (1996). A través de las cuales, se busca normar la terminología, parámetros de diseño del manejo de residuos sólidos, caracterización físico química, almacenamiento y el diseño y operación de los sitios de disposición final.

Resolución Ministerial N° 269, de fecha 18 de mayo de 2021.

Norma que de acuerdo a lo establecido en la disposición transitoria segunda de la Ley N° 755 de Gestión Integral de Residuos Sólidos supra descrita, aprueba la *"Planificación Nacional para el Cierre Técnico de Botaderos en el Estado Plurinacional de Bolivia",* activando de esta manera el plazo de 5 años para que los botaderos y áreas contaminadas por residuos ingresen a procesos de clausura, cierre técnico y saneamiento ambiental.

Las Normas bolivianas NB 742-760 del Instituto Boliviano de normalización de control y calidad, aprobadas mediante Resolución Secretarial Nº 383 del 28 de noviembre de 1996 del Ministerio de Desarrollo humano.

Tienen como objetivo "regular, ordenar el diseño y consecuentemente la planificación del manejo de los residuos sólidos, mejorando las condiciones del medio ambiente y por ende el bienestar y salud del pueblo boliviano". Dentro de estas normas se encuentran: NB 757 "Características que deben reunir los sitios para ubicar sistemas de disposición de residuos sólidos municipales", que tiene por objeto y campo de aplicación "establecer las condiciones de ubicación, hidrológicas, geológicas e hidrogeológicas que deben reunir los sitios destinados a la disposición final de los residuos sólidos municipales y es de observancia obligatoria para los responsables de la evaluación, análisis y selección de dichos sitios.

Esta Norma es de observancia obligatoria también en el caso de ampliación de un relleno sanitario". NB 760 "Requisitos para el diseño, construcción, operación y monitoreo de un relleno sanitario", que tiene por objeto "proteger el medio ambiente y la salud, estableciendo los requisitos a los que deberán ajustarse el diseño, construcción, operación y monitoreo de un relleno sanitario".

El Ministerio de Medio Ambiente y Agua, en el marco de la Constitución Política del Estado Plurinacional de Bolivia, ha ido desarrollando e impulsando la Gestión Integral de Residuos Sólidos a través de la formulación de políticas y principios orientados básicamente a implementar sistemas de prevención, aprovechamiento y disposición final adecuada de residuos sólidos; esto significa realizar los mayores esfuerzos para aprovechar los residuos y lograr disponer solo aquellos que no pudieron ser aprovechados.

Norma NB 756

La cual ha sido actualizada a una cuarta versión, el resto de las normas, aún no han sido remitidas a dicho proceso desde su publicación.

Dicha norma debe aplicarse para la separación de residuos domésticos o asimilables a domésticos en: domicilios, industrias, comercios, instituciones, haciendo referencia a los diferentes contenedores /recipientes y áreas de almacenamiento.

Como complemento a estas normas, en el año 2009, el Ministerio de Salud y Deportes, aprobó el Reglamento para la Gestión de Residuos Sólidos generados en Establecimientos de Salud que tiene por objeto, prevenir y controlar los factores de riesgos a la salud humana y los impactos al medio ambiente que ocasiona el manejo de los residuos sólidos de los establecimientos de salud. Ø Norma Boliviana, Guía para Implementar Sistemas de Manejo y Gestión de Residuos Sólidos – MGRS, NB 69012 (2010), presenta las directrices para desarrollar las actividades del manejo de los residuos sólidos (generación, separación en fuente, entrega diferenciada, almacenamiento, transporte, aprovechamiento, tratamiento y/o disposición final) organizados en un sistema de gestión que comprende la Planificación, Implementación, Verificación y Corrección, mediante el ciclo de mejora continua.

Guías de apoyo.

Con base en el Diagnóstico de la Gestión de Residuos Sólidos y el Programa Plurinacional de GIRS, a través de la DGGIRS se han formulado varias guías por parte del Ministerio de Medio Ambiente y Agua, entre las que se encuentran :

- Guía de Educación Ambiental en Gestión Integral de Residuos Sólidos.
- Guía para el aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos.
- Guía para el cierre técnico de botaderos
- Guía para el diseño, construcción, operación y cierre de rellenos Sanitarios.
- Guía para la presentación de Proyectos de Pre inversión de Residuos sólidos.
- Guía para la preparación del estudio de diseño técnico de preinversión en gestión integral de residuos sólidos.

Las cuales proporcionan una serie de información, materiales y herramientas que podrán ser utilizados por los diferentes actores relacionados con el manejo de residuos sólidos como insumos para formular y llevar a la práctica planes, estrategias, programas y proyectos de educación ambiental para la concientización y sensibilización, tanto en el ámbito nacional, departamental como municipal, coadyuvando de esta forma a mejorar la gestión de residuos sólidos con la participación activa de la población en general y a minimizar los impactos negativos relacionados.

Documentos que surgen de la necesidad e importancia identificada de la participación de la población en la implementación de la GIRS, principalmente en la prevención de la generación de residuos, tanto en cantidad como en peligrosidad, así como en el proceso de aprovechamiento que involucra la separación y clasificación en origen de residuos orgánicos para su aprovechamiento a través del compostaje humus de lombriz, residuos inorgánicos reciclables para su reinserción en la cadena productiva y reducción del uso de materia prima, y para la recuperación de materiales que contengan residuos peligrosos tales como las pilas y baterías.

Guías que son aplicadas como una forma de incursionar en el cumplimiento de estos derechos en la implementación de la Gestión Integral de Residuos Sólidos, en cuyo marco la Educación Ambiental se convierte en uno de sus componentes clave.

NIVEL DEPARTAMENTAL.-

En relación con la gestión de residuos sólidos, los Gobiernos Autónomos Departamentales tienen la responsabilidad de reglamentar y ejecutar la Ley elaborada por el nivel central (Ley No. 755), promover la ejecución de proyectos de Gestión Integral de Residuos Industriales, Peligrosos y Especiales, y emitir las autorizaciones y los registros correspondientes de los operadores de residuos especiales, industriales y peligrosos dentro del ámbito de su jurisdicción. Asimismo, los Gobiernos Autónomos Departamentales tienen responsabilidades en relación con la salud, la educación, la planificación, el desarrollo, entre otros.

ÁREA METROPOLITANA.-

El área metropolitana de Santa Cruz está conformada por los municipios de Santa Cruz, Warnes, La Guardia, El Torno, Porongo y Cotoca.

Analizamos y procuramos el establecimiento y/o fortalecimiento del marco normativo nacional, municipal y departamental, que apoya y responde a la realidad y necesidades del sistema de gestión de residuos sólidos:

Se listan y analizan los distintos instrumentos legales aplicados a la gestión de residuos sólidos a nivel central y en los diferentes municipios que integran el área metropolitana, incluyendo: resoluciones municipales y/o departamentales, decretos municipales, decretos

ediles, leyes municipales y/o departamentales y reglamentos de aseo urbano u otra normativa generada en relación a la gestión de residuos sólidos.

Área metropolitana conformada por Santa Cruz de la Sierra, Cotoca, Warnes, la Guardia y Porongo, con su posterior expansión al municipio de El Torno.

Con áreas de influencia de Montero, Colpa Bélgica y Pailón.

Ley Departamental Nº 110 de 12 de noviembre de 2015, Que declara la creación de la Región Metropolitana de Santa Cruz como una necesidad departamental.

La Ley Departamental No. 187 de 31 de enero de 2020 de Creación y Regulación de la Región Metropolitana “Santa Cruz Metrópoli”

Como espacio de planificación, servicios y gestión, dentro de la organización territorial del departamento de Santa Cruz. Que, el artículo 280° Parágrafos I y II de la Constitución Política del Estado establece que, podrán conformarse regiones metropolitanas en aquellas conurbaciones mayores a 500.000 habitantes. Que, de acuerdo a lo señalado precedentemente la Ley N° 031° Marco de Autonomías y Descentralización “Andrés Ibáñez” de 19 de julio de 2010 establece en sus artículo 25 y 26 la creación de Regiones Metropolitanas y sus Consejos Metropolitanos.

De acuerdo a lo establecido en la Sección I artículo 8° y 9° de la Ley Departamental N° 187 de Creación y Regulación de la Región Metropolitana “Santa Cruz Metrópoli” respecto al Consejo Metropolitano como un órgano superior de decisión y coordinación para la administración de la región metropolitana “Santa Cruz Metrópoli” prevé que el mismo se encuentra presidido por el Gobernador o Gobernadora del Departamento de Santa Cruz.

El artículo 18° de la citada Ley Departamental N° 187 establece la Instancia Departamental de Asuntos Metropolitanos con la responsable de desarrollar el trabajo dentro de la región metropolitana “Santa Cruz Metrópoli” teniendo como atribuciones entre otras las de, brindar el apoyo administrativo y logístico al Consejo Metropolitano, socialización de planes, programas o proyectos metropolitanos, coordinar con las diferentes secretarías de la Gobernación, los trabajos, planes, programas y/o proyectos previstos para la región metropolitana, Coordinar con el nivel central del Estado y los Gobiernos Autónomos Municipales en asuntos que corresponden a la región metropolitana, por citar algunas de las atribuciones establecidas en el artículo 19 de dicha ley.

Con la finalidad de cumplir con los fines y objetivos establecidos en la Ley Departamental N° 187 resulta necesario contar con él o la responsable de la Instancia Departamental de Asuntos Metropolitanos en el marco de lo establecido en el artículo 18° de la citada Ley Departamental.

INSTANCIAS DEPARTAMENTAL Y MUNICIPAL DE ASUNTOS METROPOLITANOS

Decreto Departamental N° 382/2022 Santa Cruz de la Sierra, 19 de mayo de 2022.

Por el cual se designa al Vicegobernador del Gobierno Autónomo Departamental de Santa Cruz, como Autoridad responsable de la Instancia Departamental de Asuntos Metropolitanos en el marco del artículo 18° de la Ley Departamental N° 187 de Creación y Regulación de la Región Metropolitana “Santa Cruz Metrópoli”.

Estatuto Autonómico de Santa Cruz de 30 de enero de 2018

El artículo 41-I numeral 5) del Estatuto Orgánico del Departamento de Santa Cruz establece entre otros aspectos que, es competencia del Gobierno Autónomo Departamental de Santa Cruz planificar el Desarrollo sostenible y socioeconómico en su jurisdicción, lo que mínimamente incluye: 5) Planificar de manera articulada las regiones metropolitanas, participando de las instancias que correspondan.

Decreto Departamental Nº 271 Santa Cruz de la Sierra, 08 de agosto del 2018.

Cuyo objeto objeto consiste en regular las actividades inherentes a la gestión integral de residuos sólidos, en el marco de las competencias, atribuciones y funciones del Gobierno Autónomo Departamental de Santa Cruz, establecidas en la Constitución Política del Estado, la Ley N° 755 del 28 de octubre de 2015 de Gestión Integral de Residuos, la Ley N° 1333 del 27 de abril de 1992 y demás normativa relacionada vigente.

Ley Autonómica Municipal "LEY LA GRAN SANTA CRUZ" GAMSCS N° 1433 23 de abril de 2021

Ley Autonómica Municipal que tiene por objeto, autorizar la participación del Gobierno Autónomo Municipal de Santa Cruz de la Sierra en la Región Metropolitana "Santa Cruz Metrópoli", creada mediante Ley Departamental N° 187 de 31 de enero de 2020 "Ley Departamental de Creación y Regulación de la Región Metropolitana Santa Cruz Metrópoli", concordante con la Ley Autonómica Municipal N° 1265 de 19 de diciembre de 2019 "Ley Municipal Metropolitana: La Gran Santa Cruz", y que se constituirá en un espacio de planificación y gestión; así como también, encomendar al órgano Ejecutivo Municipal, las labores de coordinación para su funcionamiento**.**

NORMAS REGULATORIAS POR MUNICIPIOS.-

En relación con los residuos, los Gobiernos Autónomos Municipales (GAM), además de reglamentar y ejecutar en su jurisdicción la Ley No. 755, cuentan con competencias para implementar proyectos de cierre o saneamiento de las instalaciones o sitios de responsabilidad municipal que presentan problemas de contaminación originados por la gestión inadecuada de los residuos; además de poder realizar la contratación de las Empresas Municipales de Aseo, también están facultados para emitir las autorizaciones y los registros correspondientes de los operadores autorizados que realicen servicios en gestión operativa de residuos municipales dentro su jurisdicción e imponer las sanciones

cuando corresponda; asimismo, realizan el registro y autorización de recuperadores y recicladores de residuos reciclables.

El manejo de los residuos sólidos es responsabilidad de todos, puesto que involucra espacios de participación de los diferentes actores de la sociedad, es decir de la población como sujeto generador; de las autoridades municipales como entes normadores, de establecimiento de políticas, gestión de recursos, de control, operación de los servicios entre otros en el marco de la responsabilidad y de los operadores del servicio de aseo de manera que aseguren el adecuado manejo de los residuos sólidos hasta su disposición final, siendo necesario que para actuar cuenten con normas especiales y procedimientos que señalen el mecanismo legal para el actuar.

Ninguno de los municipios visitados cuenta con:

- Reglamentos para el servicio de aseo urbano.
- Reglamentos para el aprovechamiento de residuos sólidos.
- Reglamentos para la gestión de residuos sólidos en establecimientos de salud. (Solo Santa Cruz cuenta con una Ordenanza Municipal No. 94 del año 2005)

El siguiente cuadro detalla el avance normativo de los municipios que constituyen el Área Metropolitana.

Cuadro No. 30: Gestión de Residuos y Desechos Sólidos por Municipios.

Municipio	Normas vigentes	Normas en proyecto
WARNES	Código de Gestión Ambiental Municipal - LAM 217/20 Ley de Creación de la Tasas de Aseo Municipal No. 64/2017 de 18 de julio de 2017	Ley de Residuos Sólidos Ley de Medio Ambiente.
COTOCA	Reglamento Municipal sobre gestión de Residuos Sólidos según Decreto Municipal No. 14/2016 de 17 de junio de 2016 Decreto Municipal No. 001/2020 de 20 de enero de 2020	
PAILÓN		Ley de Residuos Sólidos.
LA GUARDIA	Ley Municipal de Residuos Sólidos signada con el No. 143 de fecha 26 de marzo de 2019.	

EL TORNO		En proceso con apoyo de Organizaciones sin fines de lucro. LEY MUNICIPAL DE GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS. LEY MUNICIPAL DE TASAS DE ASEO URBANO. LEY MUNICIPAL DE GESTIÓN DE AGUAS RESIDUALES Y LODOS.
MONTERO	Ley No. 152/2017 “LEY DE MANTENIMIENTO DE ORNATO PÚBLICO LIMPIEZA DE TERRENOS Y LOTES BALDÍOS PÚBLICOS Y PRIVADOS DEL ÁREA URBANA DEL MUNICIPIO DE montero” Código de Urbanismo y obras de Montero. Abril /2017	
COPLA BÉLGICA		No cuentan con normativa alguna especial.Trabajan con normas de carácter general.
PORONGO	Ley Municipal Autonómica de Gestión de Residuos Municipales GRM (aseo urbano, manejo y tratamiento de residuos sólidos del municipio de Porongo) No. 010/2017	
SANTA CRUZ	• Ley Autónoma Municipal de Aseo Urbano – LAM 295/2016 y su decreto municipal de sanciones. • Ley Autónoma Municipal de Aseo Urbano No. 295/2016 • Ley Autónoma Municipal de creación del parque municipal de residuos sólidos reciclables – LAM 773/2018. • Ley Autónoma Municipal de Tasa de Aseo Urbano – LAM 1060/2019. • Decreto edil Nro. 780/2019 para el registro de operadores autorizados. • Decreto Municipal Nº 031-2019 de 21 de octubre de 2019. Aprueba el Reglamento de la Ley Autonómica Municipal GAMSCS 295/2016 de Aseo Urbano para la Aplicación de Sanciones. • Ley Autonómica Municipal No. 1506 de 20 de abril de 2022. Para la Provisión Temporal del Servicio de Aseo y Tratamiento de Residuos Sólidos por la Vida y la Salud Pública. • DECRETO DEPARTAMENTAL Nº 271 Santa Cruz de la Sierra, 08 de agosto del 2018. • REGLAMENTO DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL DEPARTAMENTO DE SANTA CRUZ. Decreto Departamental No. 271 de 08 de agosto del 2018	

De acuerdo al seguimiento efectuado a los municipios comprendidos en el Área Metropolitana y aquellos que corresponden al área de influencia, de un total de 9, solo 4 municipios cuentan con leyes específicasM 3 Municipios: Warnes, El Torno y Pailón, se

encuentran elaborando leyes sobre el manejo adecuado de los residuos sólidos. Ningun Municipio cuenta con normas reglamentarias.

El no contar con leyes municipales actualizadas es un problema pues no cuentan con directrices a seguir, siendo necesario mayores esfuerzos como la asignación de recursos y la participación de los diferentes niveles de estado para lograr llenar los vacíos legales.

Los municipios que destacan positivamente en la temática son: Warnes, La Guardia, El Torno y Montero (Aunque este ultimo no es parte del Área Metropolitana se hizo seguimiento por su importancia), En algunos municipios se realizan campañas educativas de limpieza (denominadas mingas), ferias ambientales y la elaboración de materiales de difusión como trípticos y afiches. Por otro lado, la participación de instituciones sin fines de lucro en estos dos últimos municipios fue efectiva, en su mayoría el apoyo se ha canalizado directamente con los municipios sin la participación de los gobiernos departamentales. A través de proyectos piloto dirigidos por los gobiernos municipales y organizaciones como la Cooperación Alemana para crear la normativa en cuestión.

Ley Autonómica Municipal de Aseo Urbano No. 295/16 de 23 de junio de 2016.

Ley Autonómica Municipal de Aseo Urbano que tiene como objeto establecer las Políticas Municipales referidas a derechos y obligaciones de los usuarios, infracciones y sanciones referentes al aseo urbano, enmarcadas en las competencias exclusivas establecidas en la Constitución Política del Estado, en concordancia con la Ley No 755 de Gestión Integral de Residuos y su reglamentación.

Decreto Municipal Nº 031-2019 de 21 de octubre de 2019.

Aprueba el Reglamento de la Ley Autonómica Municipal GAMSCS 295/2016 de Aseo Urbano para la Aplicación de Sanciones.

-Ley Autonómica Municipal No. 1506 de 20 de abril de 2022. PARA LA PROVISIÓN TEMPORAL DEL SERVICIO DE ASEO Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS POR LA VIDA Y LA SALUD PÚBLICA"

Ley Autonómica Municipal que tiene por objeto la provisión temporal del Servicio de Aseo y Tratamiento de Residuos Sólidos en el Municipio de Santa Cruz de la Sierra, previniendo una posible emergencia sanitaria, priorizando la vida, la salud pública y la protección del medio ambiente.

Normativa insuficiente con vacíos legales.

Existencia de normativa general desactualizada, insuficiencia de metodologías y/o procedimientos normativos específicos,- por municipios, para la gestión integral de residuos

sólidos. El manejo de residuos sólidos se realiza en forma empírica, con deficiencias técnicas y de forma heterogénea.

A nivel municipal no existen instrumentos que orienten el accionar de los técnicos, por lo que muchas veces deben recurrir a consulta de bibliografía externa que en muchos casos no se adecua al contexto nacional. La falta de metodologías y procedimientos normativos, incide a que los técnicos actúen de manera empírica y consecuentemente se genere una heterogeneidad de procesos lo que conlleva a la dificultad de evaluaciones y análisis comparativos.

Reiterando que si bien la estructura normativa general o nacional es bastante completa, ésta se encuentra desactualizada, ratificando la importancia de la elaboración de normativa especial por municipios, que oriente la implementación de la gestión integral de residuos sólidos, de programas de coordinación para el desarrollo y aplicación de mecanismos de reducción de la generación de residuos sólidos y educación ambiental para el manejo adecuado de estos.

Sin dejar de lado, la necesidad de atender los requerimientos de los diferentes actores que demandan: Normas que definan políticas y estrategias, que protejan y regulen la implementación de la gestión integral de residuos sólidos en todos los niveles de la sociedad y la generación de canales de reciclaje que a su vez generen empleos dentro del marco de no vulneración de derechos y obligacioes.

Por otra parte, la coordinación entre las entidades de gobierno relacionadas con la gestión de residuos es insuficiente lo cual limita la expedición de políticas integrales que introduzcan de forma efectiva el concepto de economía circular y que faciliten la demanda de materiales y subproductos obtenidos del tratamiento y la valorización de los residuos generados. Además, se debe considerar que desde el punto de vista legal, en los instrumentos de regulación del suelo o del territorio, no se ha incorporado áreas donde puedan desarrollarse proyectos de tratamiento de residuos.

Se recomienda establecer definiciones claras y únicas a través de normas expresas (leyes y reglamentos), tomando como base los conceptos empleados a nivel nacional e internacional. Igualmente, es imprescindible reglamentar(llenar vacios legales) las actividades de tratamiento y valorización y fortalecer las definiciones y obligaciones para la disposición final. Es altamente recomendable constituir un grupo multisectorial que permita la articulación de las políticas e iniciativas en la gestión integral de residuos, conformado por representantes de los sectores del servicio público de aseo, ambiente, salud, energía, industria y comercio, entre otros de los diferentes municipios que conduzcan

Identificación de potencialidades:

- La Constitución Política del Estado y la Ley Marco de Autonomías y Descentralización reconoce y determina las competencias de los diferentes niveles de Estado para la gestión de residuos sólidos, generando una nueva perspectiva

para la gestión de los residuos sólidos y prestación de los servicios de aseo, en el país, puesto que establece las competencias para cada uno de los diferentes niveles de estado, de manera que puedan interrelacionarse las políticas y acciones entre uno y otro nivel.

- Existe normativa general relacionada al Medio Ambiente y la Madre Tierra Existen leyes marco relacionadas al derecho de la preservación del Medio Ambiente y la Madre Tierra. La Ley de Medio Ambiente Nº1333, comprende dos reglamentos los cuales tienen por objeto regular la gestión de residuos sólidos y sustancias peligrosas. Normativa macro que permitirá crear un marco normativo específico para el Área Metropolitana. o gestionar uniformidad entre los Municipios que la componen.

En conclusión podemos indicar que no es suficiente contar con normas de carácter general, cada región tiene sus peculiaridades y las normas especiales son necesarias así como los reglamentos que señalan el camino legal a seguir en el manejo de los residuos sólidos, no es suficiente contar con Manuales o guías técnicas generales, resulta insuficiente el poco desarrollo normativo en el tema de gestión integral de residuos sólidos (GIRS) a nivel municipal o departamental. El análisis de este documento permite comunicar la necesidad de la formulación de leyes, que orienten, tanto el accionar de diferentes municipios en coordinación con el nivel departamental y nacional como actores involucrados en la GIRS. En consecuencia, con base en la Constitución Política del Estado, el Plan Nacional de Desarrollo, el Diagnóstico Nacional de Residuos Sólidos, los objetivos y ejes de desarrollo planteados en el Plan Sectorial de Desarrollo de Saneamiento Básico PSD-SB, a través de la Dirección General de Gestión Integral de Residuos Sólidos, resulta necesario recomendar la elaboración de normas especiales que regulen la Gestión Integral de Residuos Sólidos", donde se establezcan principios, políticas, acciones estratégicas y se identifiquen a actores involucrados en su implementación y seguimiento de la GIRS a nivel metropolitano.

En la actualidad y dentro del ámbito institucional y normativo de la gestión integral de residuos sólidos en bolivia a nivel nacional, la gestión integral de los residuos sólidos, está a cargo de la Dirección General de Gestión Integral de Residuos Sólidos del Viceministerio de Agua Potable y Saneamiento Básico del Ministerio de Medio Ambiente y Agua, misma que se encuentra en proceso de fortalecimiento institucional.

Esta instancia viene desarrollando diversos instrumentos normativos, siempre de carácter general, tales como guías y manuales para el desarrollo de la gestión integral de residuos sólidos, orientados principalmente a la prevención de la generación y aprovechamiento de éstos. Los gobiernos autónomos departamentales, han asumido poca participación en el desarrollo de la gestión integral de residuos sólidos, tanto en el área de planificación como en la coordinación con los diferentes niveles de Estado. Por lo que ante la iniciativa de este proyecto se recomienda considerar trabajar también en la creación de normas legales para la RMSC, trabajo que deberá ser realizado en forma conjunta con los municipios involucrados, considerando un todo y no continuar actuando de manera independiente. El

porcentaje de municipios que cuentan con respaldo legal es mínimo, muchos no cuentan con instrumento legal alguno. Tampoco cuentan cuenta con reglamentos para el servicio de aseo urbano o reglamentos para el aprovechamiento de residuos sólidos, lo que nos permite establecer que existe débil participación coordinada y articulada de los diferentes niveles de gobierno en el desarrollo de la Gestión Integral de Residuos Sólidos, lo cual repercute en la institucionalidad, sostenibilidad y el mejoramiento de los servicios de aseo.

4.2. Desarrollo de modelos de gobernanza metropolitana

Según la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), la gobernanza metropolitana se define como "un proceso mediante el cual se toman decisiones conjuntas y se implementan políticas públicas en una región metropolitana". En el caso de los residuos sólidos, esto implica la coordinación y cooperación entre diferentes actores, como gobiernos locales, empresas privadas, organizaciones de la sociedad civil y ciudadanos (CEPAL, 2017).

La gobernanza metropolitana de residuos sólidos tiene como objetivo mejorar la gestión de los residuos sólidos en la región metropolitana. Esto implica la reducción de la cantidad de residuos generados, la promoción de la separación en la fuente, el fomento de la reutilización y el reciclaje, y la disposición final de los residuos de manera segura y sostenible. Para lograr esto, es necesario que los diferentes actores involucrados trabajen juntos y se coordinen en la toma de decisiones y la implementación de políticas.

Una de las principales características de la gobernanza metropolitana de residuos sólidos es la necesidad de una visión a largo plazo y una estrategia integral. En su artículo "Gobernanza metropolitana de residuos sólidos: una revisión sistemática de la literatura", los autores Salomé Kons García y Francisco Javier Álvarez Urquijo señalan que "la gobernanza metropolitana de residuos sólidos requiere de una visión a largo plazo que permita la planificación y la implementación de políticas integrales y sostenibles" (Kons García & Álvarez Urquijo, 2019).

Otra característica importante de la gobernanza metropolitana de residuos sólidos es la participación ciudadana. La CEPAL destaca la importancia de la participación ciudadana en la toma de decisiones y la implementación de políticas de gestión de residuos sólidos.

Además, la gobernanza metropolitana de residuos sólidos requiere de una coordinación interinstitucional y una gestión compartida entre diferentes actores, tanto del sector público como privado" (Delgado & Tudela, 2016).

La gobernanza metropolitana de residuos sólidos es un proceso complejo que requiere de la colaboración y coordinación de diferentes actores, por lo tanto, es necesario profundizar las estructuras legales y funcionales de cada actor gubernamental involucrado para conocer sus alcances y limitaciones.

Características del Modelo de Gobernanza en GIRS

Existe una falta de coherencia en los términos y definiciones de los conceptos relativos a la gestión integral de residuos sólidos que se emplean en las normas que reglamentan dichas actividades en los países de ALyC.

Por otra parte, falta una mejor coordinación entre las entidades de gobierno relacionadas con la gestión de residuos, lo cual limita la expedición de políticas integrales que introduzcan de forma efectiva el concepto de economía circular y que faciliten la demanda de materiales y subproductos obtenidos del tratamiento y la valorización de los residuos generados. Además, desde el punto de vista legal, en los instrumentos de ordenamiento del suelo o del territorio no siempre se exige incorporar áreas donde puedan desarrollarse Proyectos de tratamiento de residuos. (BID, 2022)

De acuerdo con el documento generado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), denominado “Hacia la valorización de residuos solidos en America Latina y el Caribe: Conceptos básicos, análisis de viabilidad y recomendaciones de políticas públicas” (2022), establece que la principal barrera socioeconómica en ALyC es la desigualdad de condiciones geográficas, sociales y económicas, tanto en escala local como en escala regional, lo cual dificulta el establecimiento de medidas únicas para todos, que al mismo tiempo sean acordes al contexto particular. Por otra parte, la poca participación de los generadores de residuos de los sectores residencial, comercial e industrial afecta significativamente la efectividad de las soluciones. En ALC existe una amplia población de recicladores de oficio, los cuales deben ser tenidos en cuenta dentro de los esquemas y modelos de negocios de tratamiento y valorización de residuos.

En el caso particular de la Región Metropolitana de Santa Cruz, de acuerdo al estudio generado por el Gobierno Autónomo Departamental de Santa Cruz, con respecto al “Cálculo de generación, densidad y composición de los residuos sólidos en la región metropolitana de Santa Cruz” (2023), establece cuatro aproximaciones iniciales:

- Desde el ámbito legal, en la Ley Nº 755, de Gestión Integral de Residuos del 28 de octubre de 2015, se ha determinado la planificación de la gestión integral de residuos como requisito para la implementación de las políticas y principios en el Estado Plurinacional de Bolivia y esta debe estar en concordancia al Sistema de Planificación del Estado, esta medida consecuentemente induce a que las entidades territoriales autónomas desarrollen como primera medida los programas departamentales y/o municipales según corresponda el nivel de gobierno.

- La prevención, mitigación y control de los efectos nocivos y de pasivos ambientales generados por los residuos son un objetivo posible de alcanzar a través de la reducción de los volúmenes dispuestos en los botaderos a cielo abierto y o rellenos sanitarios municipales, misma que puede ser lograda mediante la valorización de los residuos sólidos.

- Los problemas derivados de un inadecuado manejo de los residuos sólidos se acentúan a medida que crece la población, particularmente en las regiones metropolitanas donde existe mayor densidad poblacional. Por lo general, estos

problemas están asociados a los bajos niveles de planificación, insuficiente asignación presupuestaria, falta de capacidades técnico-operativas y las altas inversiones necesarias que los municipios no pueden afrontar.

- La actual gestión de los residuos sólidos en cuanto a su recolección, transporte, tratamiento y disposición final, se lleva a cabo de manera diferente en los seis municipios de la región metropolitana. Mientras el municipio de Santa Cruz de la Sierra cuenta con un relleno sanitario con cierre técnico y un complejo de tratamiento de residuos sólidos especialmente diseñado para evitar/minimizar la contaminación generada por los residuos, los lixiviados y otros, así como con estudios avanzados en cuanto a volúmenes, composición y otros, los restantes municipios depositan sus residuos en botaderos a cielo abierto con escasa o ninguna protección del medio ambiente. En cuanto a la realización de estudios sobre la composición y volúmenes de la basura generada en sus municipios, la información es variable.

En este sentido, en concordancia con el estudio previamente señalado, y con los criterios descritos de gobernanza de la GIRS en las regiones metropolitanas, se efectúa una aproximación donde se puede observar que se ha dejado en segundo plano los aspectos de la Gestión Integral como la planificación, la educación ambiental, el desarrollo comunitario y dentro de la gestión operativa las etapas de aprovechamiento de residuos, toda vez que son aspectos que no solamente se logran con esfuerzos de las autoridades sino también con la corresponsabilidad de toda la población.

Pese a esto, el Gobierno Autónomo Municipal de Santa Cruz de la Sierra ya cuenta con ciertos avances de su modelo gestión logrado cubrir casi todos los aspectos que la Ley menciona, sin embargo todavía tiene bastantes oportunidades por mejorar principalmente dentro del aprovechamiento y revalorización de sus residuos y la educación ambiental.

Un factor importante dentro de la gestión integral de los residuos sólidos es la disponibilidad de recursos económicos para hacer sostenible un servicio de aseo urbano de calidad e integral. Se ha identificado como deficiencia casi en la totalidad de los municipios que los recursos económicos son bastantes limitados para las necesidades de la población. Solamente en Santa Cruz de la Sierra se cuenta con el cobro de una tasa de aseo urbano pero la captación de recursos solamente llega a cubrir un 50% del total de recursos que demanda el servicio de aseo urbano. En el resto de los municipios el 100% de los recursos provienen del presupuesto del Gobierno Municipal.

De todos los datos recolectados y analizados, dicho informe concluye que la generación y el manejo de los residuos sólidos dentro de la región metropolitana es un aspecto de relevante importancia no sólo por los riesgos que generan tanto para la salud como para el medioambiente sino también como una oportunidad de generación de recursos económicos y fuentes de empleos que se pueden derivar de una adecuada gestión integral de residuos sólidos.

Se necesita fortalecer la planificación, la organización, el componente técnico y tecnológico de los gobiernos municipales y no se logrará sin un fortalecimiento económico que responda a las necesidades de la población, así como elevar la cultura y educación de la población de tal manera de que se entienda que el manejo de los residuos sólidos así como el beneficio de una adecuada gestión de los mismos es tarea de todos los ciudadanos y no solamente de las autoridades de los gobiernos municipales. Además de apoyar a la gestión con una tasa de aseo urbano que pueda hacer sostenible el servicio.

Escenario tendencial

En América Latina, existen diversos ejemplos y buenas prácticas en materia de gobernanza metropolitana sobre la gestión integral de residuos sólidos. Algunos de estos ejemplos son:

- Buenos Aires, Argentina: La Ciudad de Buenos Aires ha implementado un completo sistema de gestión de residuos sólidos que incluye la separación en la fuente, la recolección selectiva, el reciclaje y la disposición final adecuada. Además, la creación de cooperativas de reciclaje y las iniciativas de educación ambiental han servido como medios para incentivar la participación ciudadana. (CEPAL, 2021)

- Santiago, Chile: Santiago ha implementado un sistema integral para el manejo de residuos sólidos que incluye la separación en la fuente, la recolección selectiva, el reciclaje y la disposición final controlada. Adicionalmente, los programas destinados a la educación de la población sobre el medio ambiente y la creación de puntos limpios para el reciclaje de residuos han ayudado a fomentar la participación ciudadana. (CEPAL, 2021)

- Montevideo, Uruguay: En Montevideo, se ha implementado un sistema de gestión integral de residuos sólidos que incluye la separación en origen, la recolección diferenciada, el reciclaje y la disposición final controlada. Además, se ha promovido la participación ciudadana a través de programas de educación ambiental y la creación de puntos de reciclaje en espacios públicos. (Lado, 2018)

Estos ejemplos de buenas prácticas en gobernanza metropolitana sobre la gestión integral de residuos sólidos se caracterizan por cumplir con los siguientes elementos:

- Participación ciudadana: Promover la participación activa de la ciudadanía en la toma de decisiones y en la implementación de acciones relacionadas con la gestión de residuos sólidos.

- Separación en origen: Fomentar la separación de los residuos en las viviendas y establecimientos comerciales para facilitar su posterior reciclaje y tratamiento adecuado.

- Recolección diferenciada: Establecer sistemas de recolección que segmentan la separación de los residuos en diferentes fracciones, como papel, plástico, vidrio, orgánicos, entre otros.
- Reciclaje y valorización: Promover la implementación de programas de reciclaje y valorización de residuos, con el objetivo de reducir la cantidad de residuos enviados a disposición final y aprovechar los materiales reciclables.
- Disposición final adecuada: Garantizar que los residuos que no pueden ser reciclados o valorizados sean tratados y preparados de manera segura y controlada, evitando impactos negativos en el medio ambiente y la salud pública.

La gestión de residuos sólidos en la región metropolitana de Santa Cruz, Bolivia, se enfrenta a diversos desafíos, como la falta de infraestructura adecuada para la gestión de residuos, la ausencia de un sistema de recolección eficiente, la falta de cultura de separación de residuos en la fuente y la falta de cooperación entre los diferentes actores involucrados en la gestión de residuos sólidos. Para abordar estos desafíos, se propone un modelo de gobernanza metropolitana en residuos sólidos urbanos que involucre a todos los actores relevantes y promueva una gestión sostenible y eficiente de los residuos sólidos.

La propuesta de gobernanza metropolitana en residuos sólidos urbanos para la región metropolitana de Santa Cruz, Bolivia, se basa en los siguientes principios:

- Participación ciudadana: es fundamental la participación activa de los ciudadanos en la gestión de residuos sólidos para lograr una cultura de separación de residuos en la fuente
- Coordinación interinstitucional: se requiere de la coordinación interinstitucional y la gestión compartida entre diferentes actores, tanto del sector público como privado, para lograr una gestión eficiente y sostenible de los residuos sólidos.
- Visión a largo plazo: que permita la planificación y la implementación de políticas integrales y sostenibles en la gestión de residuos sólidos.
- Promoción de la reutilización y el reciclaje: para reducir la cantidad de residuos que llegan a los vertederos y promover la economía circular.
- Uso de tecnologías avanzadas: como sistemas de recolección inteligente, plantas de tratamiento de residuos y sistemas de monitoreo y seguimiento.

Para implementar este modelo de gobernanza metropolitana en residuos sólidos urbanos en la región metropolitana de Santa Cruz, Bolivia, se sugieren las siguientes medidas:

- Crear un comité de gestión de residuos sólidos integrado por representantes de los gobiernos locales, empresas privadas, organizaciones de la sociedad civil y ciudadanos.

- Establecer un sistema de recolección eficiente y sostenible de residuos sólidos, que incluya la separación en la fuente y la promoción de la reutilización y el reciclaje.
- Implementar tecnologías avanzadas para la gestión de residuos sólidos, como sistemas de recolección inteligente, plantas de tratamiento de residuos y sistemas de monitoreo y seguimiento.
- Promover la educación y concientización ciudadana sobre la importancia de la separación en la fuente y la reducción de residuos, a través de campañas de sensibilización y programas educativos en escuelas y comunidades.
- Establecer incentivos para la separación en la fuente y el reciclaje, como programas de recompensa y descuentos en impuestos municipales.
- Crear un fondo para la gestión de residuos sólidos, financiado por los gobiernos locales, empresas privadas y ciudadanos, para asegurar la sostenibilidad financiera de la gestión de residuos sólidos.
- Establecer un marco legal y regulatorio para la gestión de residuos sólidos, que promueva la sostenibilidad y la eficiencia en la gestión de residuos sólidos y que presente líneas de coincidencia entre las entidades territoriales autónomas que conforman la RMSC.

De acuerdo al escenario tendencial propuesto como ideal para el funcionamiento óptimo de la gobernanza en la GIRS para la RMSC, se plantea verificar si estos principios y características son cumplidos a cabalidad por el modelo actual de gobernanza metropolitana instaurada.

Cuadro No. 31: Matriz de cumplimiento de principios de Gobernanza en GIRS

Principio	Si / No Avances	¿Por qué? / Observaciones	L.	RM.
¿Existe participación ciudadana efectiva?	Si	Existen procesos de consulta y participación en los municipios con respecto a las GIRS a escala local (por temas de eficiencia, costos, reclamos y acciones a planificar); de igual manera, a escala metropolitana se ha creado el comité de GIRS por impulso del GAD para profundizar estos aspectos.	x	x
¿Se cuenta con un modelo de coordinación interinstitucional de impacto?	Avances	Si bien este comité funciona bajo el objetivo de mejorar la gobernanza y coordinación en materia de GIRS, las disposiciones efectuadas por este comité carecen de vinculación de obligatoriedad; de igual manera, la estructura vertical de la política de GIRS en el País y las estructuras emergentes de la Ley Nº 755 en cuanto al comité nacional de GIRS, limitan las posibilidades de desarrollo metropolitano.	-	x

¿Existe una visión consensuada de la GIRS para la RMSC?	No	El análisis integral de los documentos de planificación de todas las ETA que conforman esta región, nos presenta principios básicos generales de la GIRS desde sus espacios geográficos y jurisdiccionales, por lo tanto, una visión como tal a escala metropolitana se encuentra en proceso de construcción a partir del comité creado por el GAD.	-	-
¿Se cuentan con objetivos como el reciclaje y reutilización?	Si	En términos generales, los gobiernos autónomos de Santa Cruz de la Sierra (municipio) y Santa Cruz (departamento), cuentan con objetivos claros con respecto a esta temática en diversos instrumentos generados; en el caso de los municipios no mencionados, la realidad de los objetivos se acentúa en brindar el servicio tratando de cumplir estándares de calidad, eficiencia y eficacia.	x	x
¿Se incentiva el uso de tecnologías avanzadas para la GIRS?	Avances	Si bien los esfuerzos por parte de los gobiernos autónomos de Santa Cruz de la Sierra (municipio) y Santa Cruz (departamento), a partir de las competencias y responsabilidades asumidas por estos, se centran en incursionar en estos aspectos, la discusión todavía se encuentra en proceso de interiorización, es decir, en fase de análisis y discusión, por ende, no existen efectivamente incentivos tangibles sino voluntad de incentivar; en el caso de los demás municipios que conforman la región, no se visibilizan esfuerzo concretos con respecto a la temática.	x	x

L.: Se cumple a escala local en los municipios que conforman la RMSC.
RM.: Se cumple a escala metropolitana mínimamente de forma conceptual.

Los resultados obtenidos del trabajo de campo denominado “Focus Grup”, desarrollado para el presente proyecto (revisar resultados en anexos), en complementación a la información recolectada y principales hallazgos de aspectos relacionados a la GIRS de los gobiernos autónomos y actores que conforman este sistema, nos permitieron llegar a las descripciones descritas tanto en el cuadro denominado: “Matriz de cumplimiento de principios de Gobernanza en GIRS” y “Matriz de cumplimiento de recomendaciones para una buena Gobernanza de la GIRS - RMSC”.

De igual manera, tanto para los cuadros anteriores del presente documento, las afirmaciones vertidas responden al análisis de las capacidades institucionales efectuado para determinar las comparaciones y asimetrías en cuanto al GIRS entre los municipios que conforman la Región metropolitana[1], donde resaltan cuatro aspectos fundamentales para la gobernanza metropolitana:

[1] El desarrollo del trabajo de campo realizado mediante entrevistas a los municipios que conforman la región metropolitana de Santa Cruz en cuanto a sus capacidades institucionales se encuentra desarrollado en el acápite de Anexos, “Análisis de Capacidades Instaladas en materia de GIRS en la RMSC”.

- Se evidencian asimetrías importantes en cuanto la institucionalización de la GIRS en cada uno de los municipios, resaltando aspectos que denotan una relación predominantemente de dominio de la ciudad núcleo, con respecto a directrices técnicas y decisiones políticas, con influencia en los otros municipios.
- La premisa parte de la siguiente afirmación “La falta de una gestión sólida de la GIRS en los municipio, posiciona a los menos desarrollados en una condición de dominio por parte de la ciudad núcleo como ente dominante, producto de las capacidades y los recursos que posee, lo cual provoca una directriz de desarrollo regional basado en los intereses de la o las ETA más consolidadas”.
- Existen relaciones de dependencia muy importantes a escala regional, como ser los convenios impulsados por parte de municipios, como Porongo o Cotoca, que tercerizan el servicio y la disposición final de residuos con una relación de dependencia con las capacidades instaladas del municipio de Santa Cruz de la Sierra.
- A este escenario se suman aspectos relacionados a un servicio con limitaciones en cuanto a la eficiencia por parte de los municipios que no se encuentran en esta relación directa con la ciudad núcleo, que si bien atienden esta responsabilidad, evidencian y acentúan las limitaciones en comparación a las experiencias efectivas y/o exitosas de los municipios más consolidados y la misma ciudad capital.

Cuadro No. 32: Matriz de cumplimiento de recomendaciones para una buena Gobernanza de la GIRS - RMSC

Medidas	Si / No Avances	¿Por qué? / Observaciones	L.	RM.
Crear un comité de gestión de residuos sólidos.	Si	A escala metropolitana, con el apoyo de la Cooperación alemana (GIZ), se ha institucionalizado el comité técnico de la GIRS, por medio de la instancia departamental de asuntos metropolitanos (GADSC), la cual se encuentra en funcionamiento con su respectivo reglamento.	-	x
Establecer un sistema de aseo urbano eficiente y sostenible de residuos sólidos.	No	A la fecha del presente estudio, las acciones asociadas a la recolección en cuanto a “eficiencia” y “sostenibilidad”, son sucintas y presentan dificultades, propias de las capacidades de las entidades territoriales autónomas municipales, las llamadas a cumplir operativamente con esta actividad; los escenarios de esfuerzo mancomunado poco efectivos, el bono demográfico, la extensión horizontal de las ciudades y asentamientos humanos, complejizan más las posibilidades de cumplir estos criterios.	-	-
Implementar tecnologías avanzadas para la gestión de residuos sólidos.	No	El proceso de gestión operativa del servicio asociado a la GIRS en la región metropolitana todavía se encuentra en fase de perfeccionamiento, es decir, se presentan complejas asimetrías entre los municipios,	-	-

		debilidad en el cumplimiento de responsabilidades y externalidades que afectan, incluso a la ciudad núcleo (Santa Cruz de la Sierra) en la prestación del servicio, por ende, la implementación de tecnologías avanzadas para la GIRS se encuentra en fase de análisis y discusión.		
Promover la educación y concientización ciudadana.	Avances	Existen importantes avances en cuanto a la temática, específicamente por parte de los gobiernos autónomos de Santa Cruz de la Sierra (municipio) y Santa Cruz (departamento), no obstante, las políticas, programas, proyectos y acciones de los distintos municipios que conforman la región metropolitana se encuentran desarrollados de forma muy sucinta y poco articulada; el principal escenario de pérdida de oportunidad, radica en la falta de coordinación con otros tipo de instancias para estos procesos, como la promoción por parte de la sociedad civil, involucramiento de sectores como el de educación, salud y la falta de empoderamiento por parte de la sociedad en general.	x	x
Establecer incentivos para la separación en la fuente y el reciclaje.	No	Si bien las normas generales para la GIRS, emergentes de los distintos niveles de gobierno involucrados en la Región Metropolitana de Santa Cruz, promocionan e impulsan la separación en la fuente y el reciclaje, no existen marcos normativos y técnicos efectivos asociados a incentivos reales para el desarrollo de esta actividad, salvo los avances e iniciativas puntuales por parte del municipio de Santa Cruz de la Sierra (estas no se encuentran institucionalizadas)	-	-
Crear un fondo para la gestión de residuos sólidos.	No	Los procesos de coordinación a escala regional en cuanto a la GIRS se encuentra en etapa de modelación e implementación inicial, por den, la discusión con respecto a un fondo para la GIRS es una etapa que debe surgir a posterior de establecer el modelo de la GIRS a escala metropolitana (se necesita el plan sectorial de GIRS para la creación de un fondo que ayude a su implementación)	-	-
Establecer un marco legal y regulatorio para la gestión de residuos sólidos.	Avances	Se evidencian esfuerzos en cuanto a la creación de un ordenamiento jurídico en materia de GIRS a nivel autonómico (departamental y municipal), no obstante, en un análisis en conjunto, los esfuerzos son sucintos y no existe coordinación de implementar y/o construir legislación con enfoque metropolitano desde los municipios. (se debe establecer un estudio a detalle del cumplimiento de las responsabilidades asumidas por las ETAs a partir de la Ley Nº 755 en cuanto a las competencias de estos gobiernos autónomos y sus facultades legislativas, reglamentarias y ejecutivas).	x	x

L.: Se cumple a escala local en los municipios que conforman la RMSC.
RM.: Se cumple a escala metropolitana mínimamente de forma conceptual.

La situación actual del modelo de gobernanza de la Región Metropolitana de Santa Cruz presenta una serie de avances y desafíos en la implementación de la Gestión Integral de Residuos Sólidos (GIRS). Si bien se han realizado esfuerzos por mejorar la coordinación y gobernanza en materia de GIRS, las disposiciones efectuadas por el comité carecen de vinculación de obligatoriedad, lo que limita las posibilidades de desarrollo metropolitano. Además, la estructura vertical de la política de GIRS en el país y las estructuras emergentes de la Ley Nº 755 en cuanto al comité nacional de GIRS también presentan limitaciones.

En cuanto a la construcción de una visión consensuada de la GIRS a escala metropolitana, se ha identificado que aún no existe una visión como tal, sino que se encuentra en proceso de construcción a partir del comité creado por el Gobierno Autónomo Departamental (GAD). El análisis integral de los documentos de planificación de todas las Entidades Territoriales Autónomas (ETAs) que conforman la región presenta principios básicos generales de la GIRS desde sus espacios geográficos y jurisdiccionales.

En cuanto a la disponibilidad de recursos económicos para hacer sostenible un servicio de aseo urbano de calidad e integral, se ha identificado como deficiencia que los recursos económicos son bastantes limitados para las necesidades de la población. Solamente en Santa Cruz de la Sierra se cuenta con el cobro de una tasa de aseo urbano, pero la captación de recursos solamente llega a cubrir un 50% del total de recursos que demanda el servicio de aseo urbano. En el resto de los municipios, el 100% de los recursos provienen del presupuesto del Gobierno Municipal. (GADSC, 2023)

En cuanto a la implementación de tecnologías avanzadas para la GIRS, se encuentra en fase de análisis y discusión debido a que el proceso de gestión operativa del servicio asociado a la GIRS en la región metropolitana todavía se encuentra en fase de perfeccionamiento. Se presentan complejas asimetrías entre los municipios, debilidad en el cumplimiento de responsabilidades y externalidades que afectan, incluso a la ciudad núcleo (Santa Cruz de la Sierra) en la prestación del servicio. Por lo tanto, se requiere fortalecer la planificación, la organización y el componente técnico y tecnológico de los gobiernos municipales para lograr una adecuada gestión integral de residuos sólidos. Además, se necesita elevar la cultura y educación de la población para que se entienda que el manejo de los residuos sólidos y el beneficio de una adecuada gestión de los mismos es tarea de todos los ciudadanos y no solamente de las autoridades de los gobiernos municipales.

En resumen, la situación actual del modelo de gobernanza de la Región Metropolitana de Santa Cruz presenta avances y desafíos en la implementación de la GIRS. Se requiere una mayor coordinación interinstitucional y una visión consensuada a escala metropolitana para lograr una adecuada gestión integral de residuos sólidos. Además, se necesita fortalecer la planificación, la organización y el componente técnico y tecnológico de los gobiernos

municipales, así como elevar la cultura y educación de la población para lograr una adecuada gestión integral de residuos sólidos.

4.2.1. Análisis de Coordinación Intergubernamental

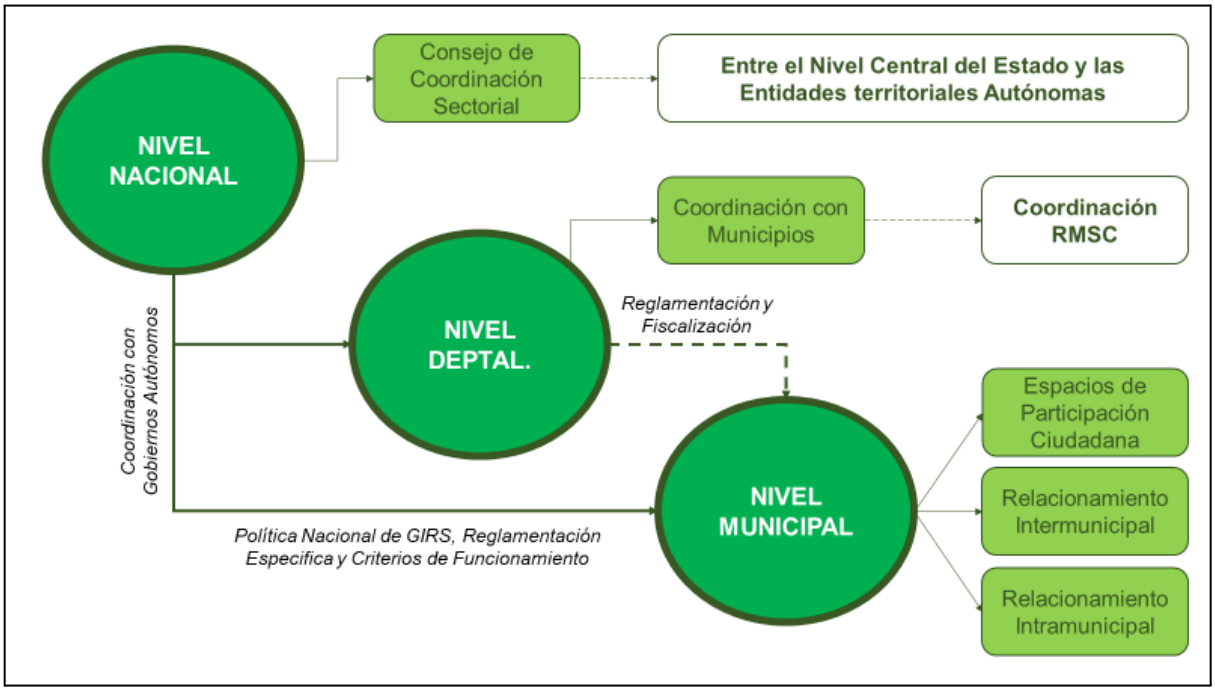
El estudio generado por el Gobierno Autónomo Departamental de Santa Cruz, con respecto al “Cálculo de generación, densidad y composición de los residuos sólidos en la región metropolitana de Santa Cruz” (2023), identifica como principales hallazgos de conflictividad del modelo de gobernanza actual de la región los siguientes aspectos:

- La gestión integral de residuos sólidos es un tema complejo que involucra a múltiples actores y requiere de una coordinación interinstitucional efectiva para lograr resultados óptimos. Sin embargo, la falta de compromiso y la falta de mecanismos de concientización y sensibilización pueden limitar la participación ciudadana en la gestión de residuos sólidos, lo que a su vez puede afectar la coordinación interinstitucional. Además, la planificación escasa y la falta de recursos económicos y educación ambiental son otros factores que pueden limitar la participación ciudadana y la coordinación interinstitucional en la gestión integral de residuos sólidos.

La falta de compromiso, la falta de concientización y sensibilización, la planificación escasa y la falta de recursos económicos y educación ambiental son algunos de los factores que pueden limitar la participación ciudadana y la coordinación interinstitucional en la gestión integral de residuos sólidos. Por lo tanto, es necesario implementar medidas que promuevan la participación ciudadana y la coordinación interinstitucional para lograr una gestión integral de residuos sólidos efectiva.

En base a los criterios previamente señalados, se planea la operativización del modelo de gobernanza metropolitana en GIRS adaptado a la realidad de la región Metropolitana de Santa Cruz – Bolivia, en base a las siguientes características:

Gráfico No. 15: Esquema Conceptual del Proceso de Coordinación Multinivel de la GIRS en Bolivia.



Fuente: Elaboración propia.

El esquema señalado anteriormente, el cual emerge del ordenamiento jurídico vigente y aplicable así como de las disposiciones autonómicas de los gobiernos involucrados en la GIRS de la Región Metropolitana, establece una serie de problemas no visibilizados por el modelo de coordinación, estos que emergen y se evidencian a partir de un análisis de información secundaria en base a estudios desarrollados por diversos actores como fundaciones, instituciones formales, gobiernos autónomos y la misma cooperación internacional, los cuales resaltan aspectos de conflictos a la hora de profundizar la institucionalización del modelo de gobernanza.

Sumado a estos documentos (los cuales se detallan en la bibliografía consultada), se incorporan aspectos discutidos en el trabajo de campo desarrollado por el presente proyecto denominado “Focus Group” (revisar resultados en anexos), en el cual se evidencian dificultades y problemáticas para el relacionamiento entre los actores que conforman la GIRS, los cuales se resumen y describen a continuación:

Cuadro No. 33: Identificación Estratégica del Conflicto entre segmentos de actores de la GIRS - RMSC[2]

Segmentación de Actores	Dificultades y/o Problemáticas para la coordinación, participación, diálogos y consensos de políticas públicas en materia de GIRS				
	Actor Nacional	Actor Departamental	Actor Municipal	Actores Económicos	Actores Sociales
Actor Nacional		Posibles conflictos de intereses y escenarios de diálogo limitados.	Incumplimiento de responsabilidades y falta de fortalecimiento institucional a la GIRS.	Catálogo de actores limitados para la participación de políticas nacionales.	Amplio catálogo de intereses y objetivos así como falta de coordinación interna.
Actor Departamental	Falta de coordinación para el impulso de políticas públicas. (Sistema Vertical)		Controversias entre la fiscalización ambiental y la operación municipal.	Actores con visión localista y con poco involucramiento en políticas departamentales.	Amplio catálogo de intereses y objetivos así como falta de coordinación interna.
Actor Municipal	Gestión del Financiamiento sectorial limitado.	Conflicto Fiscalizador y Reglamentario permanente.		Predominante informalidad y falta de institucionalidad.	Contraposiciones en la forma de ejecutar el Sistema de GIRS.
Actores Económicos	Falta de normativa habilitante, industrialización y creación de incentivos	Falta de Seguridad Jurídica.	Escasos escenarios de participación, falta de incentivos al emprendimiento y marcos normativos que no favorecen los modelos de negocios.		Aparente conflicto de prioridades e intereses.
Actores Sociales	No se cuentan con espacios efectivos para transmitir necesidades de forma directa.	Desconocimiento de las funciones del GAD en materia de GIRS, así como de las políticas públicas impulsadas desde esta entidad.	Conflicto permanente por la operación y prestación del servicio, sensación de que las necesidades	Aparente conflicto de prioridades e intereses.	

[2] Si bien existen o pueden existir conflictos entre instancias de similar denominación (privado - privado / Sociedad Civil - Sociedad Civil), así como dificultades internas (Nacional, Departamental y Municipal), por objeto metodológico nos centraremos en las percepciones de estas segmentaciones de actores con respecto al relacionamiento emergente entre las distintas categorías.

			no son escuchadas.		

Nota: Entenderemos a los "Actores Económicos" como sujetos y/o entidades que desarrollan una actividad predominantemente económica a partir de la gestión integral de residuos sólidos; para el caso de los "Actores Sociales", los identificamos como sujetos y/o entidades que aportan y o se vean afectados por la gestión integral de residuos sólidos desde un punto de vista enfocado en lo social y lo ambiental.

El contexto de la apreciación de las dificultades y/o problemáticas de los procesos de coordinación, participación, diálogo y consenso en materia de políticas públicas destinadas a la gestión integral de residuos sólidos (tanto a escala local como metropolitana), centra el foco en las acciones de orden gubernamental efectivizadas versus la demanda y operativización propuesta por los actores económicos, sociales y ambientales involucrados en la GIRS, donde preguntas como ¿el aprovechamiento de escenarios de negocios y transformación tecnológica de la GIRS tiene demanda?, ¿Las capacidades del sector privado se encuentran en condiciones de afrontar políticas públicas en materia de GIRS más ambiciosas?, ¿qué capacidades poseen los distintos niveles de gobierno para afrontar la propuesta de políticas públicas más ambiciosas? o por ejemplo, ¿cuál es el trasfondo de los intereses de los actores así como su voluntades políticas para efectuar un desarrollo integral, articulado y colaborativo de la GIRS?.

La síntesis del cuadro anterior de los principales hallazgos, posiciona el escenario efectivo a considerar, en base a los siguientes postulados:

- Existe un marco normativo (predominantemente local), poco desarrollado y no habilitante para el aprovechamiento de residuos sólidos en la Región Metropolitana de Santa Cruz.
- Existe un bajo nivel del manejo estratégico del conflicto entre las diversas posturas, ideológicas, objetivos e intereses de los diversos actores involucrados en la GIRS.
- Se evidencia una posible falta de institucionalidad por parte de los actores económicos y sociales involucrados con la GIRS, en materia de coordinación, representatividad y colaboratividad entre pares. (impulso sectorial articulado)
- No existen incentivos formales para el desarrollo de modelos de negocios asociados al aprovechamiento de los residuos sólidos y el impulso formal para el paradigma de la economía circular por parte de los distintos niveles de gobiernos (focalización en la prestación del servicio y los problemas asociados).
- Existen asimetrías evidentes entre las capacidades instaladas entre los distintos niveles de gobiernos en materia de GIRS, que componen a la región metropolitana, lo cual propicia un escenario de priorizaciones distintas y esfuerzos desarticulados.
- Se perciben que los espacios de participación, diálogo y consenso, carecen de impactos con respecto al involucramiento de todos los actores en el ciclo de construcción de las políticas públicas en materia de GIRS.

El escenario máximo de coordinación para la gestión Integral de Residuos Sólidos fue creado a partir de las determinaciones de la Ley Nº 755/2015, la cual establece que con la finalidad de mejorar la coordinación y materializar las políticas públicas sectoriales para la Gestión Integral de Residuos, en el marco de la Ley N° 031 de 19 de julio de 2010, "Ley Marco de Autonomías y Descentralización - Andrés Ibáñez", se creará el Consejo Sectorial de Residuos, entre el nivel central del Estado y las entidades territoriales autónomas, cuya conformación y funcionamiento serán establecidos mediante reglamentación emitida por el Ministerio cabeza del sector.

El segundo elemento de influencia en materia de coordinación, consenso y acciones conjuntas, se encuentra establecido por Ley N° 031 de 19 de julio de 2010, "Ley Marco de Autonomías y Descentralización - Andrés Ibáñez", la cual especifica la Coordinación entre el nivel central del estado y las entidades territoriales autónomas.

Si profundizamos los aspectos específicos de “Los consejos de Coordinación Sectorial (Residuos Sólidos)” y los “Los acuerdos y convenios intergubernativos entre las entidades territoriales autónomas”, podremos ver los siguientes aspectos:

A este marco general, sumado las disposiciones de participación ciudadana y control social emergentes del mismo marco jurídico citado y otras normas conexas que especifican el funcionamiento de estas actividades, podemos establecer la primera visión institucional de participación y coordinación interinstitucional, multinivel y público privada para el escenario de la Gestión Integral de Residuos Sólidos en Bolivia, que, en este caso, es aplicable para los objetivos y desafíos que se buscan afrontar a partir de la colaboratividad en la Región Metropolitana de Santa Cruz.

El escenario normativo, nos conduce al proceso de coordinación sectorial de escala subnacional más avanzado hasta el momento, que es el Comité Metropolitano de Gestión integral de Residuos Sólidos (CMGIRS), que, mediante su Reglamento de Organización y Funcionamiento, nos presenta el esquema de gobernanza metropolitana evolutiva hasta la GIRS de la siguiente manera:

> *“En el marco de la Ley 187, se crea la Comisión Técnica Metropolitana de Recursos Hídricos (CTM RRH) la cual, a su vez, cuenta con dos comités técnicos como son el Comité Metropolitano de Aguas Subterráneas (CMAS) y el Comité Técnico de Coordinación de Lodos Fecales (CTC Lodos) que vienen trabajando y aportando con soluciones orientadas a la protección de nuestras fuentes de agua, principalmente el de las aguas subterráneas.*
>
> *Luego de un análisis en relación a recurso agua y su contaminación, se concluye que los residuos sólidos son un factor muy importante a tomar en cuenta, por lo que se ve la necesidad de crear un Comité Metropolitano de Gestión Integral de Residuos Sólidos (CM-GIRS) para atender esta problemática de manera técnica e interinstitucionalmente, idea que es respaldada plenamente por el Viceministerio de Agua Potable y Saneamiento Básico (VAPSB) a través de su Dirección General de*

Gestión Integral de Residuos Sólidos (DGGIRS) quien se convierte en un aliado estratégico para este Comité.

En este sentido, el CMGIRS es instituido mediante Resolución Administrativa SDSyMA[3] N° 006/2022, y nace como un espacio de análisis, discusión y planteamiento de acciones para contribuir a la gestión integrada y sostenible de los residuos sólidos, de manera de cubrir los requerimientos de los distintos usuarios; además concertar en conjunto con las autoridades la priorización en el manejo de los residuos sólidos y formular con el apoyo de las diversas instituciones participantes, la gestión integral y sostenible de los residuos sólidos, bajo una lógica participativa."

El reglamento mencionado proporciona los instrumentos de gobernanza metropolitana para el ejercicio de la participación, coordinación, consenso e implementación de las determinaciones establecidas por este comité, en el marco de las atribuciones conferidas a partir de dicho reglamento y el cumplimiento a las determinaciones del orden jurídico vigente y aplicable en Bolivia.

De acuerdo al panorama previamente señalado, para mejorar las actividades de gobernanza metropolitana en cuanto a la gestión integral de residuos sólidos (GIRS), se pueden proponer las siguientes acciones, programas y proyectos específicos:

- Fortalecimiento de la coordinación interjurisdiccional: Establecer mecanismos de coordinación y colaboración entre los diferentes municipios y entidades involucradas en la gestión de residuos sólidos en el ámbito metropolitano. Esto puede incluir la creación de comités o mesas de trabajo donde se discutan y tomen decisiones conjuntas. Un ejemplo exitoso de esto es el Área Metropolitana de Buenos Aires, que ha establecido un Consejo Metropolitano de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos para coordinar la gestión de residuos en la región (Torres Linares, 2022)

- Implementación de sistemas de recolección selectiva: Promover la separación en origen y la recolección diferenciada de los residuos sólidos en los hogares y establecimientos comerciales. Esto facilitará el posterior reciclaje y tratamiento adecuado de los residuos. Un ejemplo exitoso de esto es la ciudad de Curitiba, Brasil, que ha implementado un sistema de recolección selectiva y reciclaje que ha logrado reducir significativamente la cantidad de residuos enviados a disposición final (Bezerra Leite, Machado Moita Neto, & Bezerra, 2022)

- Fomento del reciclaje y la valorización: Desarrollar programas y proyectos que promuevan el reciclaje y la valorización de los residuos sólidos. Esto puede incluir la creación de centros de reciclaje, la implementación de programas de educación ambiental y la promoción de la economía circular. Un ejemplo exitoso de esto es la ciudad de Medellín, Colombia, que ha implementado un programa de reciclaje y

[3] SDSyMA: Secretaria Departamental de Seguridad y Medio Ambiente (GADSC)

valorización de residuos que ha logrado reducir significativamente la cantidad de residuos enviados a disposición final. (Bolivia, 1995)

- Infraestructura de tratamiento y disposición final: Invertir en la mejora de la infraestructura de tratamiento y disposición final Mejora de los residuos sólidos. Esto puede incluir la construcción de plantas de reciclaje, rellenos sanitarios controlados y sistemas de tratamiento de residuos peligrosos. Un ejemplo exitoso de esto es la ciudad de Santiago, Chile, que ha implementado un sistema de tratamiento y disposición final de residuos que ha logrado reducir significativamente la cantidad de residuos enviados a disposición final. (MMAyA, 2016)

- Promoción de la participación ciudadana: Fomentar la participación activa de la ciudadanía en la toma de decisiones y en la implementación de acciones relacionadas con la gestión de residuos sólidos. Esto puede incluir la realización de campañas de sensibilización, la creación de programas de voluntariado y la promoción de la responsabilidad individual en la reducción y manejo adecuado de los residuos. Un ejemplo exitoso de esto es la ciudad de Bogotá, Colombia, que ha implementado un programa de educación ambiental y participación ciudadana que ha logrado mejorar la separación en origen y la recolección selectiva de residuos. (Tomás, 2018)

Estas propuestas buscan mejorar la gobernanza metropolitana en cuanto a la gestión integral de residuos sólidos, promoviendo la coordinación, la participación ciudadana y la implementación de acciones concretas para reducir la generación de residuos, fomentar el reciclaje y garantizar una disposición final adecuada. Para lograr una gestión integral y sostenible de los residuos sólidos en la Región Metropolitana de Santa Cruz, es fundamental que se implementen y/o profundicen estas propuestas y se promueva una mayor cooperación y coordinación entre los diferentes actores involucrados.

4.2.2. Propuesta para mejorar la gobernanza en GIRS para la RMSC.

Como se conoce, todas las instituciones que tienen competencia dentro de la Gestión Integral de los Residuos Sólidos en el Estado Plurinacional de Bolivia, cuentan con atribuciones y responsabilidades establecidas en los diferentes documentos normativos, leyes nacionales, departamentales, municipales donde se evitan la dualidad y/o usurpación de funciones dentro de la gestión pública.

Sin embargo, desde cada nivel de estado, principalmente se ha mostrado una cierta pasividad en lo concerniente a coordinación interinstitucional de todos los actores dentro de la GIRS, muchas veces por una débil estructura en cuanto al personal destinado, una amplia cantidad y carga de trabajo sobre los hombros de las autoridades y técnicos para resolver con oportunidad estos problemas o quizás simplemente porque no se considera un tema de prioridad dentro de las políticas públicas. Esto se puede demostrar con la asignación de un presupuesto reducido para los servicios de aseo urbano en la mayoría de los municipios y por otro lado existe un “temor político” de las Autoridades a la

implementación de tasas de aseo urbano que no sean aceptadas por la población y generar una disminución de popularidad.

La falta de cooperación, manejo cerrado de la información (presupuestos, datos, estudios realizados, artículos, publicaciones técnicas y otra fuente de información), además de una débil coordinación entre los diferentes actores, principalmente públicos está originando que se pierdan oportunidades de mejoras dentro de la GIRS, como experiencias exitosas en otras localidades que pudieran ser replicadas, posibilidades de financiamiento locales y externos a proyectos de GIRS, acceso a asistencias técnica internacional y capacitaciones, oportunidades para concretar asociaciones público-privadas por nombrar algunas.

Tampoco existe alguna estrategia que reconozca y visibilice la labor ambiental de la población recicladora para con el Estado y la sociedad, ni beneficios regulados/tributarios para empresas y emprendedores que realicen reciclaje, por lo que el sector privado identifica que no es un rubro muy rentable. Sin embargo, algunas instituciones como FUNDARE y Swisscontact están en la labor de promover la creación y asistir técnicamente a negocios verdes los cuales intervienen de manera beneficiosa en alguna de las etapas dentro de la gestión integral de los residuos sólidos.

Las Autoridades de los tres niveles del estado deben entender el problema de la gestión de residuos como de prioridad y necesidad pública, bajo ese entendido las políticas públicas deberían estar orientadas a:

- Mantener una estructura sólida en los tres niveles de gobierno, es decir con personal técnico capacitado e idóneo, cantidad de personal asignado, un presupuesto acorde a las exigencias del problema.
- Mantener un sistema de información actualizado y abierto en torno a la Gestión Integral de Residuos Sólidos como datos, estudios realizados, estadísticas, logros alcanzados y nuevos proyectos,
- Promover la generación de empleos verdes en relación con la gestión de residuos, el reciclaje y la sostenibilidad ambiental, a través de incentivos impositivos o de financiamiento a estas empresas que coadyuven a la gestión correcta de los residuos.
- Fortalecer la coordinación interinstitucional entre las diversas instituciones a través del establecimiento de mecanismos entre las distintas instituciones públicas.
- Incluir a la gestión de residuos sólidos otras reparticiones de los gobiernos como un problema multidimensional como ser Ministerio de Educación a través de programas escolares que incluyan temas de gestión de residuos y educación ambiental, Ministerio de Salud entendiendo que una adecuada gestión de residuos previene diversas enfermedades.

- Fortalecer las asociaciones público-privadas (APP) generando proyectos que lleguen a concretarse. A la fecha no se tiene conocimiento de ninguno que haya sido concretado.
- Promover procesos para la implementación de tasas de aseo urbano.
- Fortalecer la formalidad dentro del sector de recicladores/as,
- Asegurar que las condiciones de las instituciones públicas permitan el acceso al registro y autorización de la población recicladora
- Generar alianzas entre las asociaciones de recolectoras y los actores de forma directa, para promover su empoderamiento

Para implementar las propuestas técnicas mencionadas anteriormente, se puede utilizar el método de la ruta crítica (CPM) para planificar y gestionar los proyectos mencionados. A continuación, se presenta una ruta crítica para implementar el escenario propicio para la mejora de la gobernanza de la GIRS en la Región Metropolitana de Santa Cruz:

1. Fortalecimiento de la legislación y regulaciones relacionadas con la gestión integral y moderna de residuos sólidos.
    a. Identificar las leyes y regulaciones existentes relacionadas con la gestión de residuos sólidos en la Región Metropolitana de Santa Cruz.
    b. Identificar las lagunas y deficiencias en la legislación y reglamentaciones existentes.
    c. Desarrollar propuestas para fortalecer la legislación y la normativa existente.
    d. Presentar las propuestas a las autoridades competentes para su aprobación e implementación.
2. Mejora de la infraestructura y tecnología para la recolección, transporte, tratamiento y disposición de residuos.
    a. Identificar las necesidades de infraestructura y tecnología para la gestión de residuos sólidos en la Región Metropolitana de Santa Cruz.
    b. Desarrollar un plan de acción para mejorar la infraestructura y tecnología existente
    c. Monitorear y evaluar el progreso de los proyectos.
3. Implementación de programas de educación y concientización para promover la reducción, reutilización y reciclaje de residuos.
    a. Identificar los grupos de población objetivo para los programas de educación y concientización.

   b. Desarrollar materiales educativos y de concientización adaptados a las necesidades de los grupos de población objetivo.

   c. Monitorear y evaluar el impacto de los programas de educación y concientización.

4. Fomento de la participación ciudadana y la colaboración entre diferentes actores involucrados en la gestión de residuos.

   a. Identificar los actores involucrados en la gestión de residuos sólidos en la Región Metropolitana de Santa Cruz.

   b. Desarrollar escenarios para fomentar la participación ciudadana y la colaboración entre los diferentes actores.

   c. Monitorear y evaluar el impacto del plan de acción.

5. Establecimiento de sistemas de monitoreo y seguimiento para evaluar el cumplimiento de las políticas y cumplimiento de gestión de residuos.

   a. Identificar los indicadores clave para evaluar el cumplimiento de las políticas y aplicar la gestión de residuos.

   b. Desarrollar un sistema de monitoreo y seguimiento para recopilar y analizar los datos relevantes.

   c. Monitorear y evaluar el impacto del sistema de monitoreo y seguimiento.

La implementación de estas propuestas técnicas para mejorar la gobernanza de la GIRS en la Región Metropolitana de Santa Cruz, requieren identificar las necesidades específicas de la región, la elaboración de planes de acción detallados y la estimación de responsabilidades y recursos adecuados, estos que emergerá de la respectiva propuesta del “Plan Integral de Mejoramiento de la Gestión Integral de Residuos Sólidos (GIRS) para la Región Metropolitana de Santa Cruz (RMSC)”. El uso del método de la ruta crítica puede ayudar a planificar y gestionar eficazmente los proyectos necesarios e identificados para cada componente de la GIRS.

4.2.3. Características Institucionales para la Gobernanza de la GIRS en la RMSC.

El objetivo del presente análisis, es evidenciar los sistemas en funcionamiento de los distintos municipios que componen la región metropolitana de Santa Cruz en cuanto a la Gestión Integral de los Residuos Sólidos, esto con el fin de profundizar la identificación de asimetrías en cuanto a capacidades instaladas, y que nos permita orientar estrategias de

fortalecimiento a la gestión institucional como base fundamental para la participación equipotente en los espacios de gobernanza metropolitana en cuanto a la GIRS.

En el marco de la planificación sectorial a escala nacional, el Ministerio de Medio Ambiente y Aguas (MMAyA), en el marco del Plan Sectorial de Desarrollo Integral 2021 – 2025, identifica para el sector de Residuos Sólidos los siguientes problemas y desafíos que afectan a la Gestión Integral de Residuos Sólidos en los distintos niveles de gobierno:

Cuadro No. 34: Identificación Problemas y Desafíos de la GIRS Multinivel

Nro.	Problemas	Desafíos
01	Limitado desarrollo normativo a nivel de las ETAs.	Elaboración, actualización y aprobación de normativa para el cumplimiento de Ley N° 755 de Gestión Integral de Residuos. Brindar Asistencia Técnica a las ETAs en fortalecimiento de capacidades, en desarrollo e implementación de normativa.
02	Falta de difusión de las políticas en residuos sólidos para su cumplimiento a cargo de las ETAs.	Estrategias de difusión y fortalecimiento de las ETAs, con información sobre la implementación de las políticas en GIRS.
03	Elevados costos operativos de la GIRS	Análisis y capacitación sobre costos en la gestión operativa de la GIRS.
04	Rechazo de la población para el emplazamiento de proyectos de residuos sólidos	Capacitación y sensibilización y cambio de comportamiento Mancomunidades como política aplicable en el sector
05	Limitados recursos para la pre inversión e inversión en Gestión Integral de Residuos	Gestión de financiamiento de 3 programas de inversión y preinversión para poder alcanzar las metas trazadas en el PDES 2021-2025. Programa de Aprovechamiento e industrialización de Residuos Programa de Cierre de Botaderos. Programa de Implementación de la GIRS
06	Limitaciones de información sobre el sub sector, para planificación y toma de decisiones	Implementación del Sistema de Información de Gestión Integral de Residuos (SIGIR). Elaboración del Programa Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PNGIRS).
07	No se desarrolló el régimen especial de la Responsabilidad Extendida del Productor	Implementación del régimen especial de Responsabilidad Extendida del Productor y normativa conexa. Propiciar el aprovechamiento de residuos con enfoque de circularidad e igualdad de género.
08	Cierre técnico de botaderos en el estado Plurinacional de Bolivia	Consolidar la planificación nacional para el cierre técnico de botaderos en el estado plurinacional de Bolivia al 2026
09	Limitada capacidad técnica para la implementación de la GIRS.	Fortalecimiento de capacidades técnicas a nivel central y en las ETAs.

Fuente: PSDI - APMT, 2021 - 2025.

La integración metropolitana de la GIRS para Santa Cruz, puede presentar amenazas en su funcionamiento e implementación, producto de las diferencias en cuanto a las capacidades instaladas municipales para la gestión integral de residuos sólidos, como se evidencia en el presente análisis. Estos problemas pueden incluir:

- Ineficiencias en el servicio. Debido a que las capacidades instaladas de los municipios son muy diferentes, puede ser difícil coordinar el servicio de recolección, transporte y tratamiento de residuos sólidos.
- Costos elevados. Esto se debe a que las municipalidades deberán invertir en nueva infraestructura y tecnología para cumplir con los estándares de la integración, caso contrario presentan una alta dependencia de los municipios que posean sistemas más consolidados, en este caso el de la ciudad de Santa Cruz de la Sierra.
- Conflictos políticos. Entre los municipios en el marco de las visiones y objetivos de las individualidades emergentes de cada territorio. Esto se debe a que las municipalidades pueden tener diferentes intereses y prioridades en materia de gestión de residuos sólidos, que no necesariamente se encuentran cronológicamente iguales.

Para evitar estos problemas, es importante que las municipalidades involucradas en un proceso de integración metropolitana realicen un análisis de las capacidades instaladas de cada municipio. Este análisis debe identificar las diferencias en cuanto a la infraestructura, la tecnología y los recursos humanos. Con base en este análisis, las municipalidades pueden desarrollar un plan de integración que aborde las diferencias y garantice un servicio eficiente y sostenible.

De acuerdo a todo lo expuesto anteriormente, se evidencian algunas recomendaciones que pueden impulsar la integración metropolitana en materia de Gestión Integral de Residuos Sólidos, las cuales podrían ser:

a) Desarrollar un plan de integración que sea integral y que tenga en cuenta las diferencias en cuanto a las capacidades instaladas de los municipios.
b) Involucrar a todos los actores relevantes, incluyendo a los gobiernos municipales, las empresas privadas y la sociedad civil.
c) Promover la cooperación y la coordinación entre los municipios, en el marco del ordenamiento jurídico vigente y aplicable de Bolivia.
d) Fomentar la participación ciudadana en la gestión de residuos sólidos, en cuanto al ciclo completo de las políticas públicas y su activa participación en los escenarios de diálogo metropolitano.

4.2.4. Visión institucional y funcional de la GIRS en la RMSC.

Si bien los parámetros de coordinación y la visión cooperativa de trabajo en materia sectorial, en este caso con respecto a la Gestión integral de Residuos Sólidos, existe desde la premisa de la competencia compartida al respecto, es necesario profundizar sobre aspectos más particulares de la realidad de la GIRS en la RMSC, es decir, profundizar los aspectos de planificación territorial (Políticas y Lineamientos Estratégicos) que plantean las entidades Territoriales autónomas (ETA) que conforman esta región, con el fin de

evidenciar la existencia efectiva de una visión compartida o un horizonte común de desarrollo.

En este entendido, absorbiendo el orden jurídico vigente y aplicable de Bolivia, se usarán como documentos de análisis los respectivos Planes territoriales de Desarrollo Integral para vivir bien 2021 – 2025 de todas las entidades territoriales autónomas que conforman la región metropolitana de Santa Cruz, así como el Plan Sectorial de desarrollo integral 2021 - 2025 del Ministerio de Medio Ambiente y Aguas, esto debido a que de acuerdo a lo establecido por la Ley Nº 777/2016 del Sistema de Planificación Integral del Estado, la Ley Nº 031/2010 de Autonomías y Descentralización, la Ley Nº 755/2015 Ley De Gestión Integral De Residuos, y sus disposiciones conexas, complementarias y/o modificatorias, establecen que las acciones en el ámbito de la gestión pública gubernamental destinadas a la atención de la gestión integral de residuos sólidos, deben estar plasmadas y regidas, en instancia inicial, por los instrumentos de planificación oficiales de las entidades territoriales autónomas, y que de acuerdo a la estructuración de estas entidades se podrán desprender planes sectoriales y acciones operativas de corto plazo en los instrumentos respectivos de planificación multitemporal.

Cuadro No. 35: Matriz Comparativa de Políticas y Lineamientos de los PTDI - RMSC

Niveles de Gobierno	Políticas	Lineamientos Estratégicos
Nivel Central del Estado - Ministerio de Medio Ambiente y Aguas (PSDI - MMAyA, 2023)	Gestión y promoción para la implementación de infraestructuras para aprovechamiento, disposición final e industrialización de los Residuos Sólidos y establecer el régimen de Responsabilidad de los residuos post consumo, en armonía con la madre tierra.	(1) Desarrollo de conocimientos y gestión de información, para fortalecer las capacidades en GIRS. (2). Promover la implementación del cierre técnico - saneamiento de botaderos y la implementación de la disposición final sanitaria y ambientalmente segura. (3). Promover la implementación del régimen de Responsabilidad Extendida del Productor (REP) y fomento al aprovechamiento de residuos. (4). Desarrollo y actualización los instrumentos normativos nacionales y de planificación para la implementación de la GIR
Gobierno Autónomo Departamental de Santa Cruz (PTDI - GADSC, 2023)	Asegurar la calidad ambiental	El fortalecimiento de las capacidades de control y gestión de la calidad ambiental y reducir los impactos negativos ocasionados por el accionar humano y que involucran a la población
Gobierno Autónomo Municipal de SCZ (PTDI - GAMSCZ, 2023)	Consolidar una planificación estratégica sostenible, a través del fortalecimiento al acceso equitativo a la movilidad urbana, servicios básicos y sociales, el fomento a la densificación de la ciudad y el impulso de la región metropolitana.	Promover el servicio integral de aseo urbano con una visión de aprovechamiento de residuos sólidos. Promover la gestión integral de residuos sólidos con una visión de aprovechamiento y economía circular.

Gobierno Autónomo Municipal de Warnes (PTDI - GAMW, 2023)	Gestionar y ejecutar programas medioambientales equilibrados en armonía con la madre tierra.	Manejar adecuadamente la gestión de los residuos sólidos para evitar la contaminación ambiental del Municipio de Warnes.
Gobierno Autónomo Municipal de Cotoca (PTDI - GAMC, 2023)	No contempla una Política relacionada a la GIRS pero si al Medio Ambiente, Gestión de Riesgos y de saneamiento básico. (agua)	No posee lineamientos estratégicos enfocados a la GIRS.
Gobierno Autónomo Municipal de Porongo (PTDI - GAMP, 2023)	Garantizar la calidad y dotación de los servicios básicos en áreas urbanas y rurales.	Mejorar la gestión de residuos sólidos; Mejorar la disposición final de los residuos sólidos y ampliar el relleno sanitario
Gobierno Autónomo Municipal de La Guardia (PTDI - GAMLG, 2023)	Existen políticas destinadas a crear una ciudad sostenible y resiliente así como de mejoramiento de servicios pero ninguna específica de GIRS.	No posee lineamientos estratégicos enfocados a la GIRS.
Gobierno Autónomo Municipal de El Torno (PTDI - GAMET, 2023)	No contempla una Política relacionada a la GIRS pero sí al Medio Ambiente, Gestión de Riesgos y de saneamiento básico. (agua)	No posee lineamientos estratégicos enfocados a la GIRS.

Fuente: Elaboración propia en base a PTDIs 2021-2025 (ETA – RMSC)

El análisis del marco estratégico en materia de residuos sólidos y la GIRS como tal, desde el enfoque de las entidades territoriales autónomas (ETA), demuestra un vocación mixta hacia la atención de esta problemática, es decir, la visibilización de la atención y mejoramiento de este servicio no se evidencia en todos los municipios de la misma forma (en algunos caso no es una prioridad social, estrategica y politica). Este escenario profundiza la falta de visión indirecta en la forma de afrontar desde la gestión pública la Gestión Integral de Residuos Sólidos, esto producto de una necesidad no posicionada por parte de la población y/o la visión política de los actuales gobiernos autónomos. La falta de priorización de la GIRS de forma enunciativa en los gobiernos autónomos que conforman la RMSC, podrá constituirse en una dificultad para la creación de una visión consensuada y que impulse el empoderamiento de los actores políticos.

Por otra parte, el Gobierno Autónomo Departamental de Santa Cruz presenta la Política de Cambio Climático (aprobada por Decreto Departamental N° 335 del 8 de marzo de 2021), que encara desafíos importantes bajo los nuevos escenarios climáticos que afronta el Departamento (GADSC, 2021), constituyéndose en otro insumo importante de análisis el cual nos detalla los siguientes aspectos de interés para la GIRS metropolitana y sus incidencias de gobernanza:

ENFOQUE: Patrimonio Social / Vivienda y Saneamiento.

OBJETIVO ESPECÍFICO Nº 2: Vivienda y Saneamiento Básico.

LÍNEA ESTRATÉGICA: Gestión de residuos sólidos / mitigación.

El GAD fomentará un proceso que permita la innovación tecnológica y la generación de alternativas adaptadas a nuestros contextos, de manera que se considere la mitigación de gases de efecto invernadero, tanto en los sistemas de tratamiento de aguas residuales,

como en la disposición final de residuos sólidos, impulsando la universalización del saneamiento.

- Fortalecimiento a la gestión integral de residuos sólidos priorizando la reducción de generación de residuos sólidos y líquidos, su aprovechamiento y la disposición final ambientalmente segura. (Prioridad: baja / Instrumento: Programa)
- Implementación de tecnología mejorada para la gestión de residuos sólidos y aguas residuales. (Prioridad: baja / Instrumento: Proyecto)
- Desarrollo de la reglamentación y el plan departamental de gestión integral de residuos sólidos. (Prioridad: media / Instrumento: Norma y Plan)
- Programa de apoyo al cierre de botaderos municipales. (Prioridad: alta / Instrumento: Programa)

En cuanto al ámbito metropolitano, se cuenta con la creación formal del Comité Metropolitano de Gestión Integral de Residuos Sólidos en Santa Cruz, el cual fue aprobado el 16 de septiembre del 2022, a partir de la respectiva acta de coordinación y entendimiento impulsada por el Gobierno Autónomo Departamental y los actores invitados y firmantes; dicho instrumento cuenta con su respectivo reglamento y a la fecha se encuentra en funcionamiento.

Si bien este instrumento se constituye en el espacio de coordinación más avanzado y efectivo construido en términos de colaboratividad interinstitucional en materia de GIRS, es necesario rescatar ciertos aspectos de interés al desarrollo metropolitano, como ser el alcance que determina como finalidad “trascender no solo a la Región Metropolitana, sino que podrá tener incidencias a nivel Departamental, Nacional e incluso Internacional”, así como la determinación del acta de coordinación y entendimiento que estipula en uno de sus puntos “Realizar pronunciamientos que sean elevados a las diferentes instancias nacional, departamental y municipal para ser atendidos y así lograr cada vez mejor servicio para los ciudadanos, protegiendo al medio ambiente y la salud de la Población”.

Este escenario institucional nos devela una clara voluntad de aunar esfuerzos hacia un objetivo común, la variable a polemizar, emergente de lo mencionado anteriormente, es la falta tácita de la responsabilidad de este comité de construir una visión integral de la GIRS para la región metropolitana;

4.3. Articulación con los objetivos de Desarrollo Sostenible.

El escenario global del desarrollo sostenible y su vinculación con respecto a la Gestión Integral de Residuos Sólidos, tanto a escala local como metropolitana, se ve reflejada a partir de la articulación que se presenta con los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) de la Agenda 2030. La gestión integral de residuos sólidos en las regiones metropolitanas

puede articularse con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y sus metas de la siguiente manera[4]:

ODS 11: Ciudades y comunidades sostenibles

- Meta 11.6: "De aquí a 2030, reducir el impacto ambiental negativo per cápita de las ciudades, incluso prestando especial atención a la calidad del aire y la gestión de los desechos municipales y de otro tipo".
- La gestión integral de residuos sólidos contribuye a reducir el impacto negativo de las ciudades ambientales al promover prácticas de manejo adecuado, como la minimización de residuos, el aumento del aprovechamiento y la mejora de los sistemas de eliminación y disposición final de los residuos.

ODS 12: Producción y consumo responsable

- Meta 12.5: "De aquí a 2030, reducir con dificultad la generación de desechos mediante actividades de prevención, reducción, reciclado y reutilización".
- La gestión integral de residuos sólidos fomenta la prevención de la generación de desechos, la reducción de residuos en origen, el reciclaje y la reutilización de materiales, promoviendo así un enfoque de producción y consumo más responsable.

ODS 13: Acción por el clima

- Meta 13.3: "Mejorar la educación, la sensibilidad y la capacidad humana e institucional respecto de la mitigación del cambio climático, la adaptación a él, la reducción de sus efectos y la alerta temprana".
- La gestión integral de residuos sólidos puede contribuir a la mitigación del cambio climático al reducir las emisiones de gases de efecto invernadero a través de prácticas como el reciclaje y la valorización energética de los residuos.

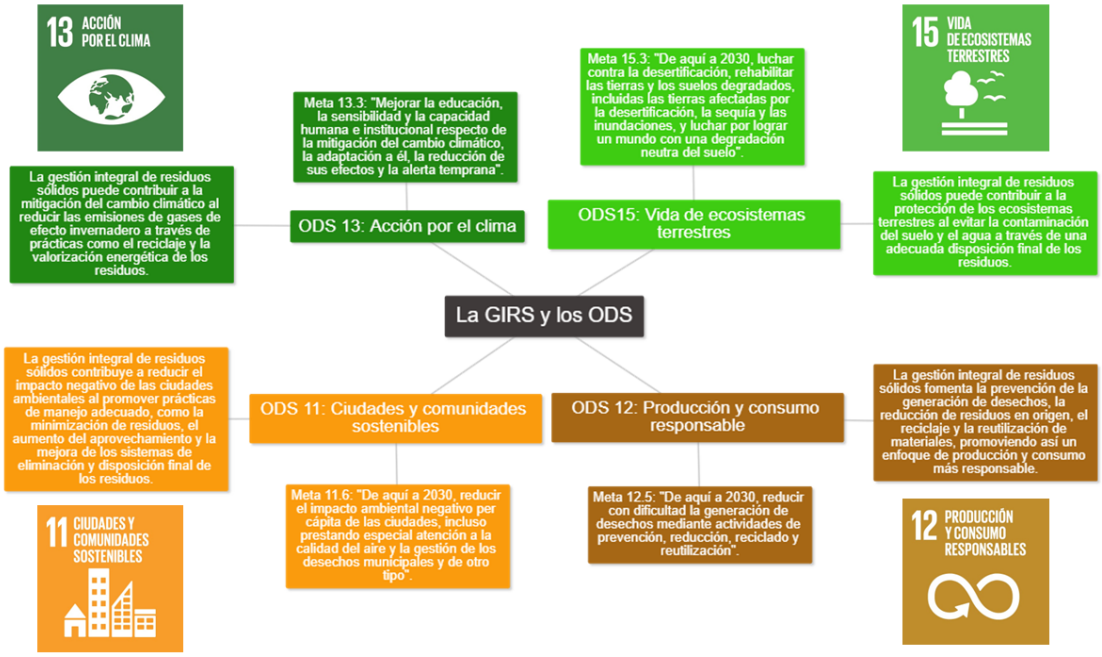
ODS15: Vida de ecosistemas terrestres

- Meta 15.3: "De aquí a 2030, luchar contra la desertificación, rehabilitar las tierras, sequías y las inundaciones, y luchar por lograr un mundo con una degradación neutra del suelo".
- La gestión integral de residuos sólidos puede contribuir a la protección de los ecosistemas terrestres al evitar la contaminación del suelo y el agua a través de una adecuada disposición final de los residuos.

[4] La articulación propuesta emerge del análisis de los siguientes documentos:
Sostenibilidad financiera de la gestión de residuos sólidos en América Latina y el Caribe (Correal, Faleiro, Piamonte, Rihm, & Zambrano, 2023)
Problemas de la Generación, Disposición y Tratamiento de los Residuos Sólidos en el Municipio de Quibdó, Colombia (Ortega-Ramírez, Marín-Maldonado, & Castro, 2022)
Modelo conceptual para la gestión de residuos sólidos urbanos en Colombia (Redondo, 2014)

Por lo tanto, podemos decir que la gestión integral de residuos sólidos en las regiones metropolitanas puede contribuir a la consecución de los ODS al reducir el impacto ambiental negativo de las ciudades, promover la producción y consumo responsables, mitigar el cambio climático y proteger los ecosistemas terrestres. Esto se logra a través de prácticas como la minimización de residuos, el reciclaje, la reutilización, la valorización energética y una adecuada disposición final de los residuos.

Gráfico No.16 : Articulación GIRS - RMSC a ODS



Fuente: Elaboración propia

4.4. Compatibilidad con las Estrategias Departamental y Nacional de Cambio Climático.

La gestión integral de residuos sólidos, en este caso de los municipios que conforman la Región Metropolitana de Santa Cruz y la misma, puede articularse con la Contribución Nacionalmente Determinada (NDC) del país de la siguiente manera:

- En el Plan Sectorial de Desarrollo Integral del Ministerio de Medio Ambiente y Agua del Estado Plurinacional de Bolivia se establece la evaluación comparativa de la gestión integral de residuos sólidos en los últimos años[5]. Esto indica que el gobierno boliviano está trabajando para mejorar la gestión de residuos sólidos en el país, de

[5] Plan Sectorial de Desarrollo Integral del Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MMAyA, 2017)

ideal manera, tanto el instrumento señalado como las directrices de planificación del desarrollo para Bolivia (Ley Nº 777/2016 – SPIE), establecen el principio de articulación y concordancia, es decir, que los instrumentos locales emergentes de este escenario deberán articularse a los preceptos y directrices nacionales. (por consiguiente, el impacto de los aportes nacionales a los grandes acuerdos y contribuciones a los que pertenece Bolivia)

- La NDC de Bolivia (2021 - 2030) establece que se impulsará la gestión integral y sustentable de tres grandes áreas, bosques, agua y energía, evidenciando una posible articulación de la GIRS a las dos últimas categorías[6]. Aunque no se menciona específicamente la gestión de residuos sólidos, la promoción de una gestión integral y sustentable de las responsabilidades asumidas en cuanto a la producción de energía y el cuidado del agua, pueden estar relacionada con la gestión adecuada de los residuos sólidos.
- La Ley N° 755, del 28 de octubre de 2015, establece la Gestión Integral de Residuos como una política pública que se articula con otras políticas de protección de la Madre Tierra, Agua y Saneamiento, Educación, entre otras. Esto indica que la gestión integral de residuos sólidos en Bolivia está relacionada con la protección del medio ambiente y el desarrollo sostenible.

Cuadro No. 36: Articulación GIRS - RMSC a NDC.

Metas NDC 2021 – 2030 Bolivia	Concepto Estratégico	Aporte de la RMSC	Relación
Meta (4): Al 2030, se ha logrado que el 19% de la energía consumida provenga de centrales basadas en energías alternativas. (13,5% potencia instalada).	Se asume como política de estado impulsar la generación de energía mediante la Biomasa para reducir la emisión de GEI.	Reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)	La GIRSU ayuda a reducir las emisiones de GEI al reducir la cantidad de residuos que se envían a los vertederos, donde se descomponen y producen metano, un GEI potente.
		Impulsar tecnologías para la generación de Biomasa y mecanismo operativos y logísticos del a GIRS a escala metropolitana.	El reciclaje, la articulación de la GIRS a escala metropolitana y políticas de compostaje pueden impulsar la generación de Biomasa como alternativa.

[6] Contribución Nacionalmente Determinada (CND) del Estado Plurinacional de Bolivia (MMAyA - APMT, 2021)

Meta (19): Hasta 2030, se ha alcanzado el 100% de Saneamiento Básico.	Rehabilitación y mejora de las plantas de tratamiento de aguas residuales con enfoque de reúso.	Implementar una política metropolitana de GIRS para la implementación de tecnologías para el tratamiento de aguas residuales en los municipios que conforman esta región.	La GIRSU ayuda a reducir la generación de residuos sólidos al promover la separación de residuos en origen, la reducción, el reúso y el reciclaje, permitiendo la facilidad de implementar acciones estratégicas y tecnologías para el tratamiento de aguas residuales.

Fuente: Elaboración propia

En conclusión, aunque no hay una mención específica de la gestión integral de residuos sólidos en la NDC de Bolivia, el gobierno boliviano está trabajando en mejorar la gestión de residuos sólidos en el país a través de la evaluación comparativa de la gestión integral de residuos sólidos, la metodología establecida para la formulación, implementación, evaluación, seguimiento, control y actualización de los planes de gestión integral de residuos sólidos municipales, y la articulación de la gestión integral de residuos sólidos en los municipios con la política nacional ambiental y el desarrollo sostenible.[7]

La posible estructura de compromisos que puede impulsar la GIRS a escala metropolitana para el cumplimiento de las Contribuciones Nacionalmente Determinadas de Bolivia, podría enmarcarse en los siguientes preceptos:

Cuadro No. 37: Posibles Compromisos GIRS - RMSC a NDC

Compromisos RMSC hacia las NDC	Relación con la GIRS
Reducir la generación de residuos sólidos en un 10% para 2030. (Meta 19 de CND)	La GIRS ayuda a reducir la generación de residuos sólidos al promover la separación de residuos en origen, la reducción, el reúso y el reciclaje, que permita disminuir el impacto de aguas residuales.
Recuperar y valorizar el 50% de los residuos sólidos en 2050. (Meta 19 de CND)	La GIRS ayuda a recuperar y valorizar los residuos sólidos al promover el compostaje, el reciclaje y otras formas de tratamiento de residuos, que permita disminuir la acumulación de residuos en la disposición final y la futura generación de aguas residuales.
Reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en rellenos sanitarios o sitios de disposición final, en un 25% para 2035. (Meta 04 de CND)	La GIRS ayuda a reducir las emisiones de GEI al reducir la cantidad de residuos que se envían a los vertederos, donde se descomponen y producen metano, un GEI potente.

[7] En Bolivia la gestión integral de residuos sólidos se encuentra articulada con diversas políticas y planos, como la evaluación comparativa de la gestión integral de residuos sólidos, la promoción de una gestión integral y sustentable de los recursos forestales y la Ley N° 755 que establece la Gestión Integral de Residuos como una política pública que se articula con otras políticas de protección del medio ambiente y el desarrollo sostenible.

Promover la gestión integral de residuos sólidos (GIRSU) en toda la Región Metropolitana de Santa Cruz. (Meta 04 de CND)	La GIRS es una estrategia integral que puede ayudar a las Entidades Territoriales Autónomas que conforman esta Región a reducir sus emisiones de GEI y alcanzar sus objetivos climáticos.

Fuente: Elaboración propia

La propuesta de compromisos presentados deberá enmarcarse y desarrollarse a detalle en las determinaciones metropolitanas que afronten estos desafíos de la GIRS, ya sea a partir de pronunciamientos mancomunados y colaborativos entre los municipios que conforman esta región metropolitana, o la construcción de un plan metropolitano de Gestión Integral de Residuos Sólidos.

4.5. Coordinación interinstitucional con la sociedad civil.

Actores dentro del aprovechamiento de Residuos en la Región Metropolitana.-

Dentro de la región metropolitana se han identificado diversos tipos de actores relacionados a la gestión integral de residuos sólidos y más propiamente al aprovechamiento y valorización de residuos sólidos.

Actores Directos.-
Es la población atendida por el servicio de aseo urbano.

La población en general en su gran mayoría no ha desarrollado la conciencia o adopción de una conducta o comportamiento sobre la importancia del aprovechamiento de residuos.

Actores Públicos. -
Son el conjunto de entidades públicas que forman parte del sector, y tienen el mandato de brindar servicios y/o productos a los actores directos.

Dentro de este ámbito de actores podemos identificar a los Gobiernos Autónomos Municipales que son los directos responsables de la prestación del servicio de aseo urbano a la población en general (los actores directos).

Actualmente los municipios de la región metropolitana conforman el Comité Metropolitano de Gestión Integral de Residuos Sólidos de Santa Cruz como una instancia técnica permanente, además compuesta por la sociedad civil organizada, la institucionalidad local, departamental, nacional e internacional, pública y privada; con el fin de promover sinergias a través de acuerdos intergubernativos, con énfasis en la valorización y disposición segura, establecer gestiones mancomunadas, generar espacios de coordinación, diálogo e intercambio de experiencias de los actores, desarrollo de capacidades técnicas logrando así un mejor servicio para los ciudadanos, protegiendo el medio ambiente y la salud de población.

Este comité fue instituido mediante una Resolución Administrativa SDSyMA Nº 006/2022 en fecha 20 de octubre de 2022 por la Gobernación del Departamento de Santa Cruz a

través de la Secretaría Departamental de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente, en donde en su artículo Tercero se establece:

> *"Mantener coordinación permanente entre el Comité Metropolitano de Gestión Integral de Residuos Sólidos de Santa Cruz y la Instancia Departamental de Asuntos Metropolitanos en la planificación, ejecución, y concreción de planes, programas y proyectos de gestión integral de residuos sólidos dentro de la región metropolitana."*

Otro actor público lo conforma el nivel Departamental a través del Gobierno Autónomo Departamental de Santa Cruz, a través de la Secretaría de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente. Esta instancia funge como Autoridad Ambiental Competente Departamental y realiza las actividades de gestión y control ambiental a las actividades, obras y proyectos.

La vice gobernación del Departamento de Santa Cruz a través de la Instancia Departamental de Asuntos Metropolitanos está participando de manera más activa en gestión integral de residuos sólidos como una entidad de coordinación y planificación bajo una visión metropolitana entendiendo que el impacto generado por una deficiente gestión de residuos, no solamente afecta al municipio, sino que dicho impacto traspasa los límites afectando a municipios vecinos y a toda una región.

El nivel nacional a través de la Dirección General de Gestión Integral de Residuos Sólidos dependiente del Viceministerio de Agua Potable y Saneamiento Básico del Ministerio de Medio Ambiente y Agua tampoco ha sido muy activo en generar iniciativas o proyectos que tengan como finalidad el aprovechamiento de residuos. No se tiene conocimiento de proyectos de alto impacto que hayan sido gestionados o financiados a nivel nacional.

Esta repartición del estado central principalmente se ha enfocado en el desarrollo normativo y planificación, es así que viene desarrollando la actualización del Diagnóstico de la Gestión Integral de Residuos Sólidos como una herramienta de conocimiento, análisis y difusión de información referente a la GIRS para orientar a los diferentes niveles de Gobierno hacia una mejor toma de decisiones, particularmente en la formulación de políticas, estrategias y programas y la normativa nacional.

Asimismo, otras instituciones públicas del nivel central tendrían competencias relacionadas con la gestión integral de residuos, como puede ser la Autoridad Plurinacional de la Madre Tierra, en relación con la justicia climática; el Ministerio de Salud, en relación con la salud de las personas que participan en la gestión de residuos y el reciclaje; el Ministerio de Educación, en la inclusión de la educación ambiental a la población y la educación alternativa (y la alfabetización) de población recicladora; el Ministerio de Planificación del Desarrollo (MPD), en la planificación estratégica del estado y la inclusión de la economía circular inclusiva en esta, el Ministerio de Desarrollo Productivo y Economía Plural, en relación con la diversificación y crecimiento de la matriz productiva con valor agregado; y el Servicio Estatal de Autonomías (SEA), en su rol de coordinación técnica sectorial,

intersectorial, territorial e intergubernamental. Se identifica que no existe coordinación entre las instancias; en relación con el reciclaje y la economía circular.

Actores de Apoyo.-

Comprende a las instituciones y organizaciones (públicas, privadas y sociales) que ayudan a cumplir los objetivos de los actores directos, a ampliar su radio de acción y sus impactos.

Dentro de este grupo de actores encontramos a las empresas prestadoras del servicio de aseo urbano. Otros actores de apoyo lo constituyen algunas fundaciones dedicadas a apoyar proyectos de valorización de residuos que a su vez cuentan con financiamiento de organizaciones y cooperaciones internacionales para trabajar con recicladores y recuperadores informales y mejorar sus condiciones para una vida más digna.

Dentro de este grupo podemos encontrar a:

- Fundación PAP y Fundación AMIGARSE
- Agencia de Cooperación Alemana (GIZ)
- Swisscontact.
- UNDARE
- Fundación Coca-Cola.
- Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA-BOLIVIA).

Red o asociaciones de recolectores y recuperadores.-

Los recolectores o recicladores primarios realizan un proceso de recolección y separación de los residuos aprovechables. Pueden estar asociados o trabajar de forma independiente, pero suelen hacerlo en estructuras familiares.

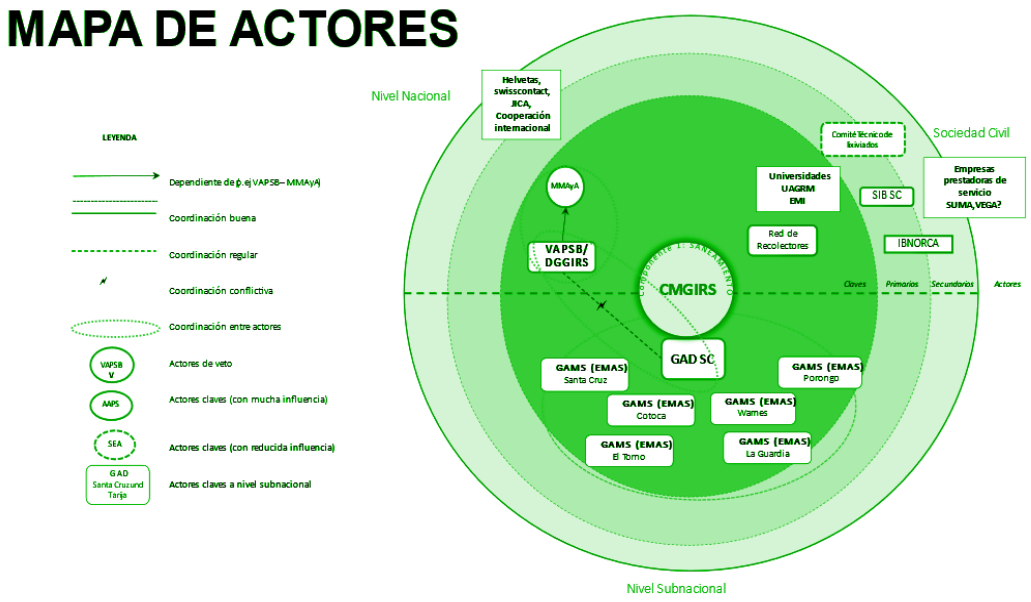
Las tres redes de recolectores que operan dentro de Santa Cruz de la Sierra son Asociación de Recolectores Santa Cruz, Asociación Bolivia Unida y ARECICRUZ.

Empresas recicladoras.-

Son las empresas que se abastecen de residuos a través de recicladores primarios, intermediarios o directamente de industrias, instituciones y comercio, sometiendo los materiales a procesos que permiten llegar al material base, el que se puede utilizar en artículos nuevos, llevando a cabo el reciclaje.

De acuerdo a la descripción de actores involucrados en la GIRS, descritos en el siguiente mapa, se propone el desglose de posibles roles y responsabilidades a impulsar por cada uno de estos bloques de actores de la siguiente manera:

Gráfico No. 17: Mapa de Actores en GIRS.



***Fuente**:Comité Metropolitano de Gestión Integral de residuos Sólidos, (GIZ, 2023)*

Cuadro No. 38: Identificación de posibles Roles y Responsabilidades

Actor	Roles y Responsabilidades
Generadores de Residuos	• Corresponsabilidad social y ambiental. • Separación de residuos en el origen. • Entrega directa a recolectores. • Apoyo a recicladores. • Inserción en el modelo de la GIRS como actor estratégico. • Campañas de concientización sobre la GIRS.
Recolectores	• Impulsar acuerdos comerciales. • Formalizar e impulsar su actividad como negocio verde. • Transformación de los residuos. • Formalizar su actividad económica. • Generar empleos verdes.
Intermediarios	• Impulsar acuerdos comerciales. • Formalizar e impulsar su actividad como negocio verde. • Impulsar la oferta y la demanda.
Empresas Recicladoras	• Impulsar acuerdos comerciales. • Formalizar e impulsar su actividad como negocio verde. • Transformación de los residuos. • Cumplir con estándares de calidad.

	• Responsabilidad Social y Ambiental empresarial. • generar empleos verdes. • Campañas de concientización sobre la GIRS.
Empresas Municipales de Aseo	• Cumplimiento de los estándares de calidad. • Cumplimiento de la normativa vigente y aplicable para el servicio. • Impulsar las alianzas público privadas. • Campañas de concientización sobre la GIRS.
Gobierno Nacional	• Establecer incentivos para el aprovechamiento de residuos sólidos. • Impulsar la gestión del financiamiento para acciones destinadas a la GIRS. • Impulsar políticas acordes a las realidades municipales. • Aperturar el diálogo “Nivel central del estado y Región Metropolitana de Santa Cruz”. • Impulsar la Industrialización de la GIRS. • Campañas de concientización sobre la GIRS.
Gobierno Autónomo Departamental de Santa Cruz	• Fiscalización y control. • Apoyo a la GIRS en los municipios. • Gestión de residuos especiales y peligrosos. • Acompañamiento a la GIRS en los Municipios. • Impulsar marcos habilitantes como autoridad ambiental competente. • Impulsar dentro de sus competencias la formalización de actividades económicas relacionadas a la GIRS. • Impulsar la coordinación y el diálogo metropolitano. • Impulso a las Asociaciones Público Privadas. • Impulsar acuerdos intergubernativos y convenios interinstitucionales. • Campañas de concientización sobre la GIRS.
Gobiernos Autónomos Municipales de la RMSC	• Disposición Final. • Servicio de aseo urbano con recolección diferenciada. • Aprovechamiento. • Elaboración e implementación del PMGIRS • Mecanismos de sostenibilidad financiera de la operación. • Impulsar la formalización de actividades económicas involucradas en la GIRS • Brindar un servicio de calidad. • Elaborar acuerdos comerciales. • Mantener informado a los actores y sociedad civil. • Acuerdos comerciales. • Impulso a las Asociaciones Público Privadas. • Impulsar acuerdos intergubernativos y convenios interinstitucionales. • Campañas de concientización sobre la GIRS. • Impulso a actividades comunales relacionadas a la GIRS.
Sociedad Civil	• Cultura ciudadana y ambiental. • Responsabilidad ciudadana.

	• Actividades de reciclaje y aprovechamiento comunitario. • Cumplimiento de determinaciones legales establecidas. • Participación activa en las políticas públicas de la GIRS local y metropolitanas.
Cooperación Internacional	• Gestión del conocimiento. • Formación de capital humano cualificado. • Asistencia Técnica. • Generación de estudios e investigaciones. • Elaboración de planes, programas y proyectos. • Gestión del financiamiento y apalancamiento de recursos. • Participación e impulso de espacios de diálogo y consenso.

Si bien el esquema de análisis de actores nos presenta una metodología aglutinante a partir de grupos genéricos de actores involucrados en la GIRS metropolitana de Santa Cruz, a continuación, se presenta una propuesta de análisis desagregado de posibles actores (individuales) involucrados con la Gestión Integral de Residuos Sólidos en la Región Metropolitana de Santa Cruz.

El proceso de identificación de actores de la GIRS a escala Metropolitana se basa en la comprensión y distinción de ciertos criterios que sobrepasan las estructuras locales, en este sentido, entenderemos como actores de la GIRS metropolitana a todos aquellos actores que posea presencia dentro de los límites de la RMSC[8] y su accionar esté involucrado con la gestión integral de residuos sólidos; de igual manera, se tomarán en cuenta todos los actores externos al territorio físico como tal, pero que tengan intereses particulares con respecto a la temática, como ser organismos de financiamiento, cooperación internacional y otros.

El objetivo de este instrumento es profundizar el conocimiento activo con respecto a los actores que conformarán la red y vertebración de la gobernanza en términos de GIRS tanto a escalas locales como a escala regional, de igual manera, no representa un ejercicio limitativo del universo efectivo de actores involucrados en la GIRS, es decir, la propuesta planteada de identificación la cual podrá actualizarse en medida que incluyan nuevos en la dinámica de la GIRS, con posibles intereses e influencias que no estén mencionados en esta primera propuesta.

Cuadro No. 39: Mapa de Actores de la GIRS para la RMSC

Nº	Nombre del Actor	Categoría del Actor	Ubicación Geográfica
01	Gobierno Autónomo Departamental de Santa Cruz (GADSC)	Público	Santa Cruz
02	Secretaria Municipal de Medio Ambiente (GAMSCZ)	Público	Santa Cruz

[8] RMSC: Región Metropolitana de Santa Cruz.

03	Secretaria Municipal de Planificación y Medio Ambiente (GAMW)	Público	Warnes
04	Dirección de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente. Cotoca (GAMC)	Público	Cotoca
05	Dirección Municipal de Medio Ambiente . Porongo (GAMP)	Público	Porongo
06	Dirección de Medio Ambiente Unidad de residuos sólidos. La Guardia (GAMLG)	Público	La Guardia
07	Unidad de Gestión Integral de Residuos Sólidos - (GAMET)	Público	El Torno
08	Empresa Municipal de Aseo Santa Cruz (EMACRUZ)	Pública	Santa Cruz
09	Empresas Municipales de Aseo Urbano de la RMSC	Público y/o Privado	RMSC
10	Dirección General de Gestión Integral de Residuos Sólidos (MMAyA)	Público	La Paz
11	Ministerio de Desarrollo Productivo y Economía Plural (MDPyEP)	Público	La Paz
12	Universidad Autónoma Gabriel Rene Moreno (UAGRM)	Público	Santa Cruz
13	Federación de Juntas Vecinales (FEJUVE) de la RMSC	Sociedad Civil Organizada	RMSC
14	Control Social de los municipios que conforman la RMSC	Sociedad Civil Organizada	RMSC
15	Sociedad de Ingenieros de Bolivia (SIB-SCZ).	Sociedad Civil Organizada	Santa Cruz
16	Asociación Boliviana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental (ABIS-SCZ)	Sociedad Civil Organizada	Santa Cruz
17	Colegio de Ingenieros Ambientales de SCZ	Sociedad Civil Organizada	Santa Cruz
18	ANUP (Asociación de Universidades Privadas de Bolivia) – Santa Cruz	Privado	Santa Cruz
19	CADEX (Cámara de Comercio Exterior)	Privado	Santa Cruz
20	CAINCO (Cámara de Industria, Comercio, Servicios y Turismo)	Privado	Santa Cruz
21	CADECOCRUZ (Cámara de la Construcción de Santa Cruz)	Privado	Santa Cruz
22	FEDEMYPE (Fed. Deptal. Micro y Pequeña Empresa SCZ)	Privado	Santa Cruz
23	CADEPIA (Cámara Departamental de la Pequeña Industria y Artesanía)	Privado	Santa Cruz
24	FEPSC (Federación de Empresarios Privados de Santa Cruz)	Privado	Santa Cruz
25	EMPACAR	Privado	Santa Cruz
26	CARTONBOL	Privado	Santa Cruz
27	MEDEPA	Privado	Santa Cruz
28	ITACAMBA	Privado	Santa Cruz
29	KIMBERLY	Privado	Santa Cruz

30	Empresas Recicladoras Pequeñas y Medianas	Privado	RMSC
31	BOLIVIA UNIDA	Asoc. de Recolectores	Santa Cruz
32	ARRECICRUZ	Asoc. de Recolectores	Santa Cruz
33	RED DE RECOLECTORES DE SCZ	Asoc. de Recolectores	Santa Cruz
34	Recolectores Independientes	Privado	RMSC
35	AMIGARSE	Fundación	Santa Cruz
36	FUNDARE	Fundación	Santa Cruz
37	PAP	Fundación	Santa Cruz
38	CECI	Cooperación Internacional	La Paz
39	HELVETAS (Cooperación Suiza)	Cooperación Internacional	La Paz
40	GIZ (Sociedad Alemana de Cooperación Internacional)	Cooperación Internacional	La Paz
41	PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo)	Cooperación Internacional	La Paz
42	BID (Banco Interamericano de Desarrollo)	Cooperación Internacional	La Paz
43	CAF (Corporación Andina de Fomento)	Cooperación Internacional	La Paz
44	ONU-Hábitat (Programa de N.U. para los Asentamientos Humanos)	Cooperación Internacional	La Paz
45	KOICA (Cooperación Coreana)	Cooperación Internacional	La Paz
46	JICA (Agencia de Cooperación Internacional del Japón)	Cooperación Internacional	Santa Cruz / La Paz
47	Swisscontact	Cooperación Internacional	La Paz

Fuente: Elaboración propia en base a información secundaria.

En el presente apartado se busca identificar y discriminar el impacto de los actores institucionales dentro de la premisa de su incidencia con respecto a la Gestión Integral de Residuos Sólidos en su respectiva escala Metropolitana. Este ejercicio se desarrollará a partir de una metodología específica de identificación de “Poder-Interés” y la construcción de una matriz “Axial” para cada temática definida (GIZ, 2009).

- “Los actores son grupos (personas naturales o jurídicas agrupadas y constituidas) o individuos que tienen un interés en el desempeño y las políticas de desarrollo metropolitano.”
- “Un actor es quien tiene fuentes de poder y de interés sobre el desarrollo metropolitano”

Poder: Es más que sólo autoridad, implica una posición de influencia sobre otros. Implica cambiar las decisiones que una Institución pública ha adoptado.

Interés: Es la decisión de un actor en actuar, dejar actuar u obstaculizar algo porque afecta (beneficia o pierde) su relación de poder o su posición actual dentro de una Institución, sobre una Institución o fuera de ella.

Un componente fundamental de las estrategias de fortalecimiento Institucional para el impulso de los mecanismos de gobernanza son los recursos a movilizar, y no existe recurso más estratégico que la compleja red de relaciones que influyen y presionan sobre las realidades locales y metropolitanas. La importancia de conocer estas relaciones y actuar con sentido ante ellas es de vital importancia para la agenda de gobernanza institucional metropolitana en materia de GIRS.

Para el análisis y evaluación de cada actor, el equipo de trabajo ha establecido una calificación de 1 a 3, donde 1 representa la calificación mínima (poco interés, poco poder, de acuerdo a cada variable de análisis) y 3 la calificación máxima (mucho interés, mucho poder, también de acuerdo a cada variable de análisis). Así, por ejemplo, un actor que tendría una capacidad absoluta de influir en los procesos de toma de decisión en los escenarios de gobernanza metropolitana de la GIRS, habría recibiría una calificación de 3 puntos, entendiendo que también se hicieron calificaciones intermedias (0,5 – 1,5 – 2,5), estas con el fin de profundizar el ejercicio metodológico – técnico.

Los criterios de ponderaciones son los siguientes:

- Criterio 1A: Su actividad principal se vincula a los objetivos integrales de la GIRS en el ámbito metropolitano (Afinidad).

Entendida como la cercanía de la actividad principal del Actor a los objetivos integrales de la GIRS en el ámbito metropolitano, vale decir que, en cierta medida, tanto el Actor como como sus contrapartes en el proyecto, comparten los mismos intereses y persiguen los mismos objetivos.

- Criterio 2A: Se ha involucrado de manera directa o indirecta en acciones, políticas o iniciativas en materia de GIRS a escala local y/o metropolitana (involucramiento).

Entendido como el interés del Actor por haberse involucrado de manera directa o indirecta con las acciones, políticas o iniciativas en materia de GIRS a escala local y/o metropolitana.

- Criterio 1B: Capacidad de presión/propuesta para la construcción de Políticas Públicas (Incidencia en toma de decisiones).

Entendida como la capacidad de influir en la toma de decisiones colectivas de los actores de la región tanto públicos como privados, es decir, se trata de las posibilidades del Actor de incidir en decisiones que afectan a los proceso políticos, sociales y económicos de la región y que se traducen, asimismo, en la construcción de políticas públicas con incidencia metropolitana que gozan de legitimidad social.

- Criterio 2B: Potencial de apalancamiento de RR o potencial de inversión / compromiso de inversión de tipo financiero o no financiero.

Entendida como las posibilidades del Actor de contribuir a los procesos de desarrollo con sentido de corresponsabilidad respecto al financiamiento de dichos procesos o, en su caso, con posibilidades de usar su influencia y posicionamiento con otros actores que puedan cofinanciar acciones específicas en el ámbito de la gestión integral de residuos sólidos en ámbitos locales y metropolitanos (potencial de apalancamiento de recursos).

Cuadro No. 40: Matriz "Poder - Interés" actores de la GIRS.

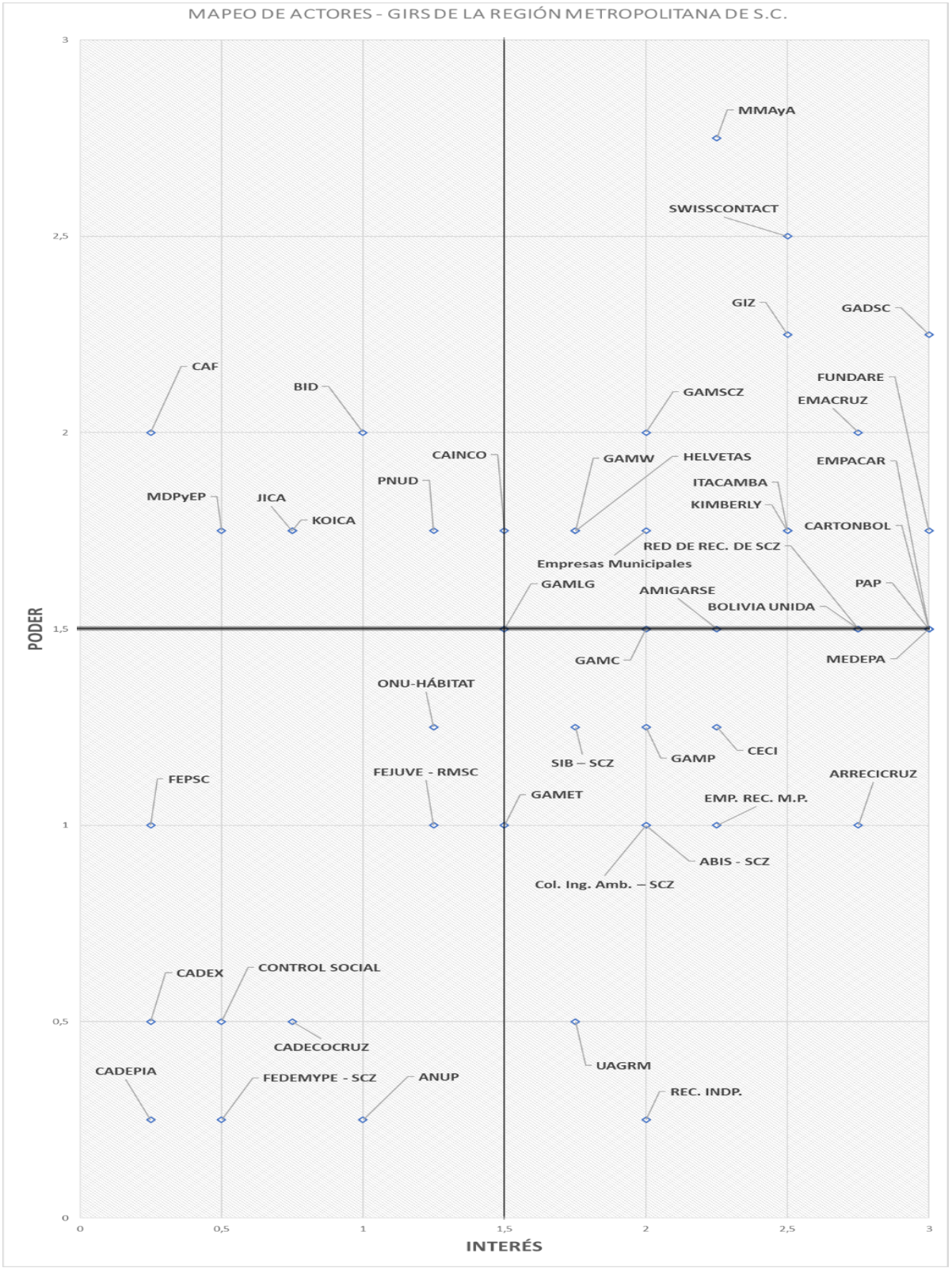
Nº	Actor	INTERÉS			PODER		
		Criterio 1A	Criterio 2A	Promedio	Criterio 1B	Criterio 2B	Promedio
01	GADSC	3	3	3	2,5	2	2,25
02	GAMSCZ	2,5	1,5	2	2	2	2
03	GAMW	2,5	1	1,75	2	1,5	1,75
04	GAMC	2,5	1,5	2	1,5	1,5	1,5
05	GAMP	2	2	2	1,5	1	1,25
06	GAMLG	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
07	GAMET	2	1	1,5	1	1	1
08	EMACRUZ	2,5	3	2,75	2	2	2
09	EMPRESAS MUN.	2	2	2	2	1,5	1,75
10	MMAyA	2,5	2	2,25	3	2,5	2,75
11	MDPyEP	0	1	0,5	0,5	3	1,75
12	UAGRM	1,5	2	1,75	1	0	0,5
13	FEJUVE - RMSC	1	1,5	1,25	2	0	1
14	CONTROL SOC.	0,5	0,5	0,5	1	0	0,5
15	SIB – SCZ	1,5	2	1,75	1,5	1	1,25
16	ABIS - SCZ	2	2	2	1,5	0,5	1
17	COL.ING.AMB.SC	2	2	2	1,5	0,5	1
18	ANUP	1	1	1	0,5	0	0,25
19	CADEX	0	0,5	0,25	0,5	0,5	0,5

20	CAINCO	1	2	1,5	1	2,5	1,75
21	CADECOCRUZ	0	1,5	0,75	0	1	0,5
22	FEDEMYPE - SCZ	0,5	0,5	0,5	0	0,5	0,25
23	CADEPIA	0,5	0	0,25	0	0,5	0,25
24	FEPSC	0,5	0	0,25	1	1	1
25	EMPACAR	3	3	3	1	2	1,5
26	CARTONBOL	3	3	3	1	2	1,5
27	MEDEPA	3	3	3	1	2	1,5
28	ITACAMBA	2	3	2,5	1,5	2	1,75
29	KIMBERLY	2,5	2,5	2,5	1,5	2	1,75
30	EMP. REC. P.M.	2,5	2	2,25	1	1	1
31	BOLIVIA UNIDA	3	2,5	2,75	1,5	1,5	1,5
32	ARRECICRUZ	3	2,5	2,75	1	1	1
33	RED REC. SCZ	3	2,5	2,75	1,5	1,5	1,5
34	REC. INDP.	3	1	2	0,5	0	0,25
35	AMIGARSE	2	2,5	2,25	1	2	1,5
36	FUNDARE	3	3	3	1,5	2	1,75
37	PAP	3	3	3	1	2	1,5
38	CECI	2,5	2	2,25	1	1,5	1,25
38	HELVETAS	2	1,5	1,75	1,5	2	1,75
40	GIZ	2	3	2,5	2	2,5	2,25
41	PNUD	1	1,5	1,25	1,5	2	1,75
42	BID	1	1	1	1	3	2
43	CAF	0	0,5	0,25	1	3	2
44	ONU-HÁBITAT	1	1,5	1,25	1	1,5	1,25
45	JICA	0,5	1	0,75	1,5	2	1,75
46	KOICA	0,5	1	0,75	1,5	2	1,75

47	SWISSCONTACT	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5

A efectos de la elaboración del Mapeo de Actores y sus respectivos análisis, el ejercicio se centró esencialmente en la identificación y análisis del universo de actores regionales para luego determinar su involucramiento en la implementación de una Gobernanza y Planificación de la GIRS para la Región Metropolitana de Santa Cruz.

Gráfico No. 18: Esquema Axial de Poder - Interés de Actores Clave GIRS



Del esquema axial presentado arriba se obtienen cuatro cuadrantes claramente diferenciados:

a. Cuadrante inferior izquierdo: Actores a Evaluar

Son actores con poco interés y escaso poder para la gestión integral de residuos sólidos tanto a escala local como metropolitana, por lo que la estrategia de formulación y de implementación de los esquemas de gobernanza y planificación de la GIRS metropolitana no debe concertar esfuerzos específicos para con este grupo de actores. Sin embargo, conviene mantenerlos informados y gestionar individualmente la socialización de propuestas con actores específicos según el ámbito de los trabajos y las propuestas establecidas, esto con el objetivo de ganar en legitimidad en el proceso de formulación e implementación de las decisiones asumidas para la GIRS metropolitana a partir de las instancias correspondientes.

- ONU Habitat.
- FEJUVE - RMSC, Federación de Juntas Vecinales.
- FEPSC, Federación de Empresarios Privados de Santa Cruz.
- CONTROL SOCIAL.
- CADEX, Cámara de Exportación.
- CADECOCRUZ, Cámara de la Construcción.
- CADEPIA, Cámara Departamental de la Pequeña Industria y Artesanía Productiva.
- FEDEMYPE - SC, Federación Departamental de la Micro y Pequeña Empresa.
- ANUP, Asociación Nacional de Universidades Privadas.

b. Cuadrante inferior derecho: Actores de Interés

Los actores que conforman este grupo no se constituyen en actores clave para el logro de los objetivos planteados en el marco de la gobernanza y gestión integral de residuos sólidos para la región metropolitana de Santa Cruz. Salvo excepciones que puedan resultar de un nuevo análisis individual de cada actor, el trabajo a desarrollar con ellos deberá remitirse a mantenerlos informados del proceso de y de sus resultados. La importancia de este grupo de actores radica en la legitimidad que aporta a los procesos de toma de decisiones, por lo que las instancias metropolitanas deberán sostener un acercamiento estratégico con ellos durante todos los procesos emergentes de los procesos participativos, de diálogo y consenso con respecto a la GIRS en la RMSC.

- SIB - SC, Sociedad de Ingenieros de Bolivia.
- GAMP, Gobierno Autónomo Municipal de Porongo.
- GAMET, Gobierno Autónomo Municipal de El Torno.
- CECI.
- Empresas Medianas y Pequeñas Recolectoras.
- ARRECICRUZ.
- ABIS - SC, Asociación de Ingeniería Sanitaria y Ambiental.

- COL.ING.AMB. - SC, Colegio de Ingenieros Ambientales.
- UAGRM, Universidad Autonoma Gabriel Rene Moreno.
- REC.IND, Recolectores Independientes.

c. Cuadrante superior izquierdo: Actores potencialmente activos

Se trata de actores de alta influencia en el ámbito del desarrollo local y metropolitano en materia de Gestión Integral de Residuos Sólidos, pero que a su vez tienen poco interés en la formulación y ejecución de acciones mancomunadas y/o colaborativas con respecto a la temática. El trabajo y tratamiento por parte de las instancias metropolitanas para el de la GIRS con estos actores deberá estar orientado hacia actividades específicas que permitan llamar su atención en el proceso y despertar interés entorno a los beneficios emergentes de un manejo y funcionamiento metropolitano de la Gestión integral de Residuos Sólidos en Santa Cruz. Se deberá, consiguientemente, desarrollar estrategias de apego y empoderamiento (reuniones estratégicas en momento estratégicos, socializaciones individuales, acercamiento a liderazgos y bases, etc.), a manera de sostener una relación de información e intercambio continuo con estos actores para así motivar su participación y apropiación de las determinaciones y acciones emergentes de los espacios metropolitanos de coordinación en materia de GIRS, pero fundamentalmente para mantenerlos sino a favor, por lo menos no en contra, por tratarse de actores de gran influencia en los ámbitos local y regional.

- CAF, Banco de Desarrollo de América Latina y el Caribe.
- BID, Banco Interamericano de Desarrollo.
- PNUD, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.
- JICA, Agencia Japonesa de Cooperación Internacional.
- KOICA, Cooperación Coreana en Bolivia.
- CAINCO, Cámara de Industria, Comercio, Servicios y Turismo.
- MDPyEP, Ministerio de Desarrollo Productivo y Economía Plural.

d. Cuadrante superior derecho: Actores críticos

Se trata de los socios más importantes del proceso, aquellos que tienen un amplio involucramiento en la gestión integral de residuos sólidos y un alto interés en los procesos de metropolización, pero a su vez una alta capacidad de influencia y cofinanciamiento de iniciativas de gestión del desarrollo para el tratamiento sostenible de los residuos sólidos a escala metropolitana. Consiguientemente, la estrategia de involucramiento, valorización, empoderamiento y posicionamiento de estos actores en el modelo de gobernanza metropolitana de la GIRS deberá impulsarse a partir de la búsqueda constante de su participación, acuerdo y validación de los resultados obtenidos de los espacios de diálogo, puesto que se trata de actores que cuentan con una capacidad importante de articular esfuerzos comunes que permitirán la implementación adecuada y oportuna de las estrategias para la gestión integral de los residuos sólidos. Este grupo de actores debe estar permanentemente involucrado y apropiado del proceso, de forma que puedan

apalancar recursos y abogar por la implementación de las iniciativas y políticas para la región metropolitana de Santa Cruz.

- GAMC, Gobierno Autónomo Municipal de Cotoca.
- GAMLG, Gobierno Autónomo Municipal de La Guardia.
- GAMW, Gobierno Autónomo Municipal de Warnes.
- GAMSCZ, Gobierno Autónomo Municipal de Santa Cruz de la Sierra.
- EMACRUZ, Empresa Municipal de Aseo Urbano Santa Cruz.
- EMPRESAS MUN., Empresas Municipales.
- GADSC, Gobierno Autónomo Departamental de Santa Cruz.
- MMAyA, Ministerio de Medio Ambiente y Aguas.
- MEDEPA.
- ITACAMBA.
- KIMBERLY.
- CARTONBOL.
- EMPACAR.
- RED.REC.SC, Red de Recolectores de Santa Cruz.
- AMIGARSE.
- BOLIVIA UNIDA.
- FUNDARE.
- GIZ, Sociedad Alemana para la Cooperación Internacional.
- SWISSCONTACT, Cooperación Suiza en Bolivia.
- HELVETAS.

5. ALTERNATIVAS DE APROVECHAMIENTO ECONÓMICO.

Se estima que en el mundo hay más de 2.700 proyectos de instalaciones para el tratamiento y la valorización de residuos sólidos en funcionamiento, distribuidos en más de 90 países, con una inversión total de aproximadamente US$85.000 millones (BID 2020, “Valorizacion de residuos solidos en LAC analisis de viabilidad)”).

En Bolivia se generan más de 3.500 toneladas de residuos sólidos por día. De esta cantidad, el 86% se generan en áreas urbanas. Alrededor del 20% de los residuos son reciclables (papel, cartón, vidrio, plástico, metal y otros), 60% son residuos orgánicos y solamente menos del 20% deberían llegar a un relleno sanitario para la disposición final. Sin embargo, por falta de procesos de aprovechamiento en las ciudades grandes de Bolivia, el 80% de los residuos sólidos son desechados como basura. (Swisscontact-Proyecto biogás)

De acuerdo con la jerarquización de los residuos y las lecciones aprendidas de las experiencias internacionales, las medidas asociadas a la valorizacion de residuos deben ser determinadas teniendo en cuenta el estado de la gestión integral de residuos sólidos y el contexto del área del proyecto

Los municipios con tipología de desarrollo robusta o intermedia, que cuentan con altos niveles de cobertura y calidad en las actividades de recolección, transporte y disposición final de residuos, están preparados para avanzar hacia otros niveles de gestión integral de residuos que involucren actividades de tratamiento y valorización.

Antes de implementar de forma generalizada sistemas de tratamiento y valorización de residuos de alta complejidad se deben mejorar los indicadores de recolección y transporte y tecnificar los sitios de disposición final.

No obstante, es preciso promover campañas de prevención (reducción), minimización (reutilización) y reciclaje de residuos, así como incentivar la presentación diferenciada de los residuos, lo cual facilitará la aplicación de proyectos de valorización.Se recomienda priorizar la reutilización y el reciclado de materiales (incluso el reciclado de la fracción orgánica biodegradable) antes que la valorización energética. Sin embargo, no todos los residuos pueden ser objeto de reciclaje, razón por la cual las técnicas de tratamiento energético son complementarias y su uso se aconseja para la fracción de residuos que no se pueda reutilizar o reciclar. (BID,Valorización de residuos sólidos en LAC,2022)

Gráfico No. 19: Análisis de prefactibilidad por etapa.



Fuente: (BID,Valorización de residuos sólidos en LAC,2022)

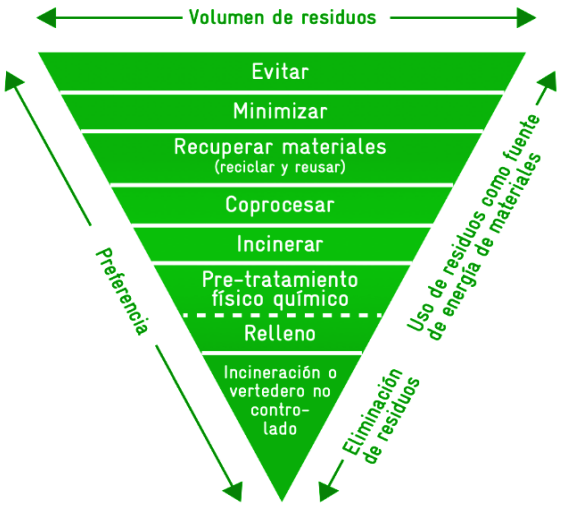
En la RMSC , actualmente se realiza recolección de residuos sólidos urbanos sin separación diferenciada, no obstante la separación en origen es una práctica fundamental.

Las alternativas para valorizar residuos presentan amplios rangos de inversión y costos de operación, dependiendo del tipo de tecnología que se considere.(Ver anexo de fichas tecnicas) Por ejemplo, la valorización energética con base en la incineración de residuos requiere importantes montos de inversión y un volumen mínimo de residuos para que sea factible; además, la tarifa de dicha gestión se encuentra directamente vinculada con el precio de venta de la energía (Pinesseau et al., 2018), el cual depende de la matriz energética de cada país o región y de sus precios de mercado. Otros tipos de recursos, como los materiales reciclables y los nutrientes de la materia orgánica, pueden presentar limitaciones a la hora de encontrar mercados para su comercialización, razón por la cual los esfuerzos que se realicen para hacerla viable pueden obtener magros resultados si el tema no es abordado de forma integral.

En la actualidad, todas las tecnologías validadas a nivel comercial implican costos más elevados que la disposición en terreno bajo la modalidad de relleno sanitario, por lo que la mayoría de las veces son dejadas de lado en función de esta última (Colturato et al., 2019). Esta visión financiera del problema es la que ha primado en las últimas décadas, una perspectiva que deja de lado el valor de los impactos intangibles, como la falta de espacio, la calidad de los cursos de agua, las emisiones a la atmósfera, la pérdida de recursos y la afectación de la población cercana, así como los potenciales ahorros en la gestión municipal por las mejoras en la gestión.

El número de tecnologías de valorización de residuos continúa en crecimiento, con nuevas alternativas en etapa exploratoria. En ese contexto, y en virtud de las características socioeconómicas de la RMSC, lo más recomendable sería elegir tecnologías que estén validadas a nivel comercial (comúnmente denominadas “tecnologías probadas”) y que tengan la suficiente flexibilidad para adaptarse a las futuras modificaciones, dejando las puertas abiertas para los nuevos desarrollos

Gráfico No. 20: Jerarquía de gestión de residuos



Fuente: Guía para el coprocesamiento de residuos en la producción de cemento- GIZ 2016

El desarrollo de sistemas de Gestión de Residuos Sólidos Urbanos debe seguir la jerarquía de residuos: La prioridad debería ser la reducción de residuos mediante la prevención, seguida por la preparación para la reutilización y el reciclado de material de residuos.

Cuadro No. 41: Ranking de valorización de residuos ordenados por viabilidad

ETAPA	ALTERNATIVA
INICIAL	Reciclaje
	Tratamiento biológico- Compostaje
	Tratamiento biológico- Digestión anaerobia
	Tratamiento biológico- Térmico intensivo
INTERMEDIO	Coprocesamiento en hornos cementeros
	Captación y valorización de biogás
	Manejo de RAEE
AVANZADO	Tratamientos térmicos- Incineración

Siguiendo la metodología de la pirámide de jerarquización de gestión de residuos se elabora el anterior ranking de valorización de residuos por etapas, considerando en primera instancia las más viables para implementarse en la RMSC

Cuadro No. 42: Alternativas viables de aprovechamiento y valorización de residuos sólidos en Sudamérica

Método	Descripción	Beneficios/Consideraciones
Reciclaje	Proceso de convertir los residuos sólidos en nuevos materiales para fabricar nuevos productos.	Reduce residuos en vertederos, ahorra energía y recursos, crea empleos. Materiales comunes: Papel, cartón, vidrio, plástico y metales.

Compostaje	Proceso de convertir los residuos orgánicos en compost, un fertilizante natural.	Reduce residuos en vertederos, mejora la calidad del suelo, reduce uso de fertilizantes químicos.
Biocombustibles	Producción de combustibles a partir de materiales biológicos, como residuos agrícolas o de alimentos.	Reduce la dependencia de combustibles fósiles, disminuye emisiones de gases de efecto invernadero.
Energía térmica	Extracción de energía de los residuos para generación de electricidad, calentar agua o edificios.	Aprovechamiento de los residuos para producir energía.
Reutilización	Proceso de utilizar nuevamente los productos en lugar de desecharlos.	Reduce la necesidad de producir nuevos productos, prolonga la vida útil de los ítems.

Estas son solo algunas de las muchas alternativas de aprovechamiento y valorización de residuos sólidos.

En el taller de trabajo llevado a cabo con un grupo focal de profesionales expertos independientes representantes de instituciones y fundaciones que trabajan o han tenido experiencias con el sector de recuperadores de base y recolectores se establecieron los principales datos respecto a la valorización de residuos.

Según el grupo de expertos las 5 principales opciones con mayor oportunidad de implementación en cuanto a valoración son

1. Reciclaje de plásticos
2. Reciclaje de papel y cartón
3. Compostaje
4. Reciclaje de chatarra
5. Reciclaje de llantas

Cabe mencionar que también se incluyeron otras opciones como el reciclaje de metales, reciclaje de baterías de automóviles, reutilización de materiales, conversión de residuos a energía y biogás , pero las mismas no tuvieron mucho apoyo lo que muestra las dificultades que existen para la implementación de las mismas.

Al mismo tiempo se le consultó al grupo de trabajo que considere cuáles de las alternativas anteriores generaban un mayor impacto social y económico y las respuestas fueron las siguientes:

1. Reciclaje de plásticos
2. Reciclaje de papel y cartón
3. Compostaje
4. Reciclaje de chatarra
5. Reciclaje de metales

casi todas las principales alternativas se repiten con respecto a la consulta anterior exceptuando por el reciclaje de metales

5.1. Manejo y aprovechamiento de residuos orgánicos.

El tratamiento de los residuos sólidos orgánicos consiste en el proceso de transformación del residuo orgánico en compost. Existen diferentes alternativas para el tratamiento de estos residuos como se mencionó anteriormente

- Compostaje:
- Lombricultura.
- Digestión anaerobia o biometanización.

Cuando no existe experiencia de compostaje en un municipio, se recomienda comenzar el proyecto con los residuos sólidos de fácil acceso (residuos de jardinería, mercados) y con pocos actores involucrados en el proceso. Posteriormente se puede ampliar paulatinamente hacia otras fuentes de generación, asegurando el correcto funcionamiento de la planta y monitoreando siempre al grado de la participación de la ciudadanía, la calidad de la separación de los residuos y la calidad de la compost.

Los ingresos directos difícilmente cubririan los gastos de una planta de separación y compostaje, y su implementación no debe ser encarada como un emprendimiento industrial lucrativo desde el punto de vista estrictamente financiero. Sin embargo el cuadro puede ser favorable al ponderarse los efectos indirectos ambientales y sociales que tienen un gran potencial, al mismo tiempo que generan impactos políticos y de imagen institucional

Las plantas de segregación y compostaje generan ingresos y puestos de trabajo y pueden reducir la cantidad de residuos a ser dispuesta en rellenos sanitarios o vertederos.

El ahorro de energía que se gastaría en la transformación de la materia prima y que ya está contenida en el material reciclable, y la transformación de la materia orgánica de los

residuos en compost, para mejorar el suelo destinado a la agricultura, representan ventajas ambientales y económicas importantes de las plantas de segregación y compostaje.
Las causas de su escasa utilización y el fracaso experimentado por algunas plantas de fabricación han sido las siguientes:

- Mala calidad del producto ofrecido al agricultor.
- Inestabilidad en el tiempo de la fermentación.
- Fabricación de una sola calidad.
- Falta de información al agricultor para su uso.
- Montaje de las fábricas pensando en su rentabilidad absoluta.
- Distancias de suministro excesivas y alto costo de transporte.
- Capacidades de producción pequeñas.
- Falta de estudio de mercado.
- Presencia de metales pesados en el producto

Si se pretende generalizar la utilización del "compost" se deben establecer unos criterios de calidad, fabricando diferentes clases para distintas utilizaciones; deben establecerse factores limitantes, como salinidad, condiciones sanitarias, contenido en metales pesados, entre otros. Así mismo, se deben situar las plantas a distancias menores de 50 kilómetros de los centros de consumo; debe informarse a los agricultores de las condiciones de empleo de este material orgánico; y, por último, podrían inclusive establecerse precios subsidiados que le hagan competitivo con otros productos, considerando que como toda acción destinada a proteger el medio ambiente, tiene necesariamente un costo.

La producción de compost es relativamente fácil y económica para implementar a escala de la RMSC, y puede ser acompañada por la producción de biogás, incrementando el valor económico generado por tonelada tratada de los residuos orgánicos.

En el futuro, las nuevas tecnologías innovadoras como bio-refinerías y otras podrían ser desarrolladas en conjunto con las infraestructuras de compostaje y de digestión anaerobia. Finalmente, existe un considerable potencial de expansión de la gestión de los residuos orgánicos que podría tener un impacto positivo en el mercado laboral.

Es aceptable que las ciudades pequeñas y medianas usen el relleno sanitario como una alternativa hasta que la capacidad de inversión crezca, y el compostaje es muy favorable debido al alto contenido de residuos orgánicos y a los bajos costos de implementación. Las otras tecnologías (WTE, gasificación y digestión anaerobia) no resultan favorables a menos que no haya un involucramiento del sector privado.CAF-Economía circular e innovacion tecnologica en residuos solidos,2018

El compostaje podría ser muy favorable por el bajo costo de la tecnología comparada a la de otras alternativas (ver ficha anexos de fichas técnicas) siempre y cuando se pueda hacer una competitiva separación en la fuente para tener una alta calidad del producto que tenga buenos niveles de aceptación en el mercado. Esta última tecnología no es una alternativa competitiva para tratar grandes cantidades de residuos.

En todos los municipios de la región metropolitana se tiene que los residuos orgánicos forman la mayor fracción dentro de la composición. Esta fracción significa entre el 45% al 55% del total de los residuos generados.

Las cantidades de este tipo de residuos son demasiado grandes y su separación del resto de residuos y materiales solamente podría lograrse por métodos mecanizados.

Aún así, los residuos orgánicos pueden llegar contaminados con sustancias contaminantes y/o peligrosas presentes en algunos residuos domiciliarios lo que puede ocasionar que su uso post tratamiento sea no recomendado.

Cuadro No. 43: Acciones de aprovechamiento de residuos orgánicos por municipios

Nº	Municipio	Acciones y logros en aprovechamiento de residuos orgánicos
1	Santa Cruz de la Sierra	· A la fecha cuenta con una planta de compostaje como proyecto piloto, realizando el tratamiento (compostaje en pilas) de manera selectiva de los residuos orgánicos (restos de frutas y verduras) generados en el mercado Abasto. · La planta se encuentra situada en el Ex relleno sanitario Normandía con una producción diaria aproximada de 8 a 10 T/día. · El producto es usado en campañas educativas, sensibilización, ferias, además de aportar con material fertilizante al jardín botánico.
2	Warnes	· No realiza tratamiento de residuos orgánicos.
3	La Guardia	· No realiza tratamiento de residuos orgánicos.
4	El Torno	· En anteriores gestiones se implementó una planta piloto de compostaje, pero el proyecto a la fecha ha sido descontinuado.
5	Cotoca	· No realiza tratamiento de residuos orgánicos.
6	Porongo	· En anteriores gestiones se implementó una planta piloto de compostaje, pero el proyecto a la fecha ha sido descontinuado.

Fuente: Elaboración propia

Actualmente no se tiene un tratamiento de residuos orgánicos que considere la valorización de los mismos. Toda la fracción orgánica desechada en los municipios va destinada a los sitios de disposición final de cada municipio con la consecuente producción de lixiviados y generación de gases de efecto invernadero (GEI).

El municipio de Santa Cruz de la Sierra actualmente dentro de su Programa Municipal de Recolección Diferenciada de Residuos Orgánicos" realizará la recolección diferenciada por zonas donde se identificaron grandes generadores de residuos orgánicos. Según el Plan los residuos orgánicos serán aprovechados en una Planta de Compostaje a ser implementada en el Complejo Municipal de Tratamiento de Residuos en San Miguel de los Junos Distrito Nº 14.

Imagen No.16: Planta de Compostaje – Diseño Final



Fuente: Estudio de diseño técnico de pre inversion: "Planta de compostaje complejo de tratamiento San Miguel de los Junos"; (EMACRUZ, 2023)

El mismo programa además incorporará el Compostaje domiciliario con la dotación de 500 composteras domiciliarias y 20 composteras comunitarias para las personas que quieran sumarse a realizar este tratamiento a sus residuos en sus domicilios.

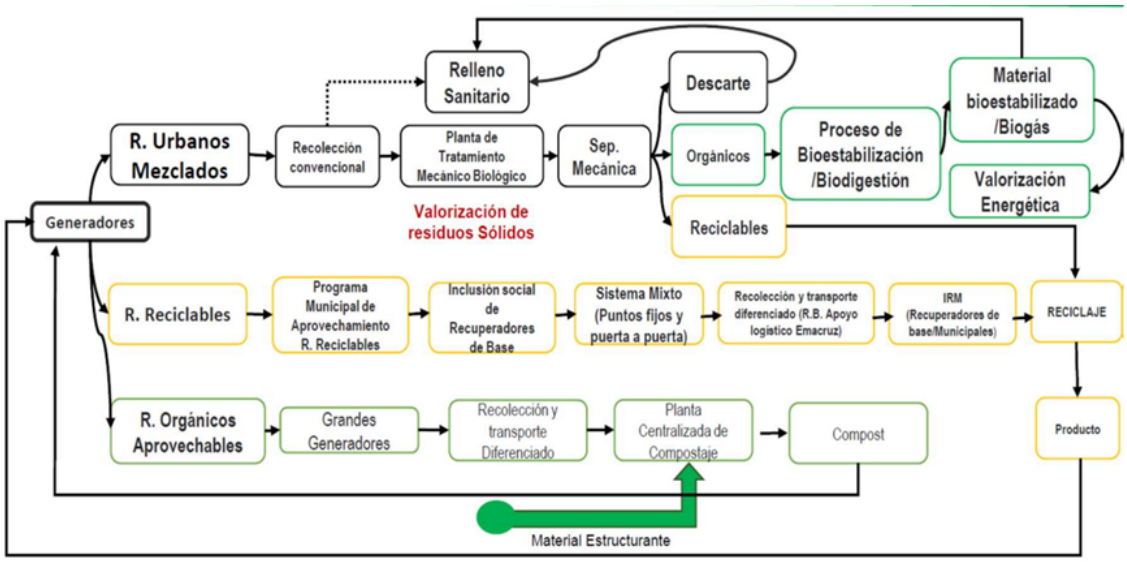
Con este sistema se pretende llegar a tratar entre 6 a 10 toneladas diarias

Por otro lado para el tratamiento de la fracción orgánica de los residuos de fuentes domiciliarias EMACRUZ tiene planificado la implementación de una tecnología de tratamiento mecánico biológico el cual separará la fracción orgánica para luego ser tratada por bioestabilización o biodigestión u otras alternativas de tratamiento para la obtención subproductos aprovechables como el biol o abono.

Según el estudio realizado por EMACRUZ denominado *"Análisis de alternativas de tratamiento y valorización energética de residuos sólidos urbanos para el municipio de Santa Cruz de la Sierra"* realizado con el objetivo de tener un estudio de viabilidad técnica, ambiental, económica, financiera y social para la selección de tecnologías probadas de

tratamiento y valorización energética de residuos sólidos urbanos para el Municipio de Santa Cruz de la Sierra teniendo en cuenta criterios de economía circular, realizó el diagnóstico de situación de las alternativas tecnológicas utilizando la metodología del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y de la GIZ para su comparación y selección.

Gráfico No. 21: Nuevo modelo de Gestión Operativa



Fuente: EMACRUZ, 2023

En los resultados se estableció, que las tecnologías de clasificación a través de equipos mecánico-biológicos son posibles en un primer momento, luego pueden encaminarse tratamientos biológicos como el compostaje y la digestión, disminuyendo con ello los impactos ambientales y la cantidad de residuos que ingresan al relleno sanitario (CMTRS) y generando productos de reciclaje de gran valor como son el biol, abono y biogás.

5.2. Aprovechamiento energético de los residuos sólidos

Únicamente municipios capaces de gestionar la recolección eficiente de residuos y un sistema de transporte con disposición final segura podrán tener la capacidad de gestionar también un sistema de aprovechamiento energético de residuos en forma exitosa.

El aprovechamiento energético requiere importantes recursos financieros (ver anexo de fichas técnicas): Asegurar el financiamiento para la operación y el mantenimiento es clave para la operación sustentable de las plantas de aprovechamiento energético de residuos.

Los ingresos por la venta de energía no cubren los costos de un sistema de aprovechamiento energético de residuos. Los costos de capital y de operación de plantas de aprovechamiento energético de residuos son altos y no se puede esperar que sean

financiados en su totalidad mediante la venta de energía a precios del mercado únicamente.

El aprovechamiento energético requiere personal calificado:Las plantas de aprovechamiento energético de residuos no son fáciles de manejar para la generación de electricidad, gas, calor o vapor, sino tecnologías sofisticadas que requieren personal capacitado y mantenimiento regular.

El aprovechamiento energético de residuos es sólo una parte potencial de un sistema de Gestión de Residuos Sólidos Urbanos funcional: Las plantas de aprovechamiento energético de residuos nunca son elementos técnicos aislados y no resolverán problemas existentes de residuos por sí solas.

Algunas experiencias positivas hasta la fecha están relacionadas con el coprocesamiento con tecnología de punta en hornos cementeros y la recolección de gases de relleno sanitario. No obstante, actualmente casi no existen digestores anaeróbicos alimentados con RSU orgánicos separados en operaciones exitosas a gran escala en países en vías de desarrollo, ni tampoco hay más de un número reducido de incineradores de basura operando en forma continua en países en vías de desarrollo en África o Asia. Las tecnologías alternativas como la pirólisis y la gasificación nunca pasaron más allá de la escala piloto (ni siquiera en países industrializados) para fracciones de RSU mixtas.

- El aprovechamiento energético de residuos requiere planeación, construcción y operación profesionales.
- En países desarrollados, donde el poder calorífico de los residuos y los precios de energía son más altos, los ingresos de la venta no subsidiada de energía (en la forma de calor y electricidad) pueden llegar a cubrir los costos operativos, pero nunca la inversión total y los costos de capital.
- La energía de los residuos domésticos sólo podrá contribuir con una pequeña fracción a cubrir la demanda de energía total de una ciudad (~ 5%).
- El aprovechamiento energético de residuos no es un modelo de negocios que genera ingresos que cubren todos los costos. Los ingresos de la venta de energía ayudan a cubrir parte del costo general del tratamiento térmico, pero se requiere el pago de tarifas adicionales y otras formas de ingresos para cubrir la totalidad de costos.

Dentro del estudio *Análisis de alternativas de tratamiento y valorización energética de residuos sólidos urbanos para el municipio de Santa Cruz de la Sierra* (EMACRUZ, 2023), se determinó que las alternativas tecnológicas como recolección de gas de relleno sanitario, la gasificación para obtención de gas de síntesis, aprovechamiento del biogás obtenido por procesos de biodigestión y/o el coprocesamiento a través de combustibles derivados de residuos como posibles alternativas de valorización energética para el municipio de Santa Cruz de la Sierra.

Por supuesto, todas esas alternativas de valorización energética no serán posibles sin la implementación de la planta MBT, a excepción del aprovechamiento del gas del relleno sanitario el cual es independiente del proceso MBT.

Actualmente ningún municipio realiza el aprovechamiento energético basado en los residuos sólidos, sin embargo el municipio de Santa Cruz de la Sierra cuenta con la experiencia más cercana a ello con el proyecto *"Construcción del sistema de extracción de lixiviado y biogás en el relleno sanitario de normandía"* el cual básicamente consistió en la extracción del biogás de una de las fosas del ex relleno sanitario Normandía, a través de bombas neumáticas (para el lixiviado) y tuberías que fueron instaladas al interior de dicha fosa con la finalidad de realizar la extracción del lixiviado y el biogás que se encontraba confinado en el interior.

Imagen No. 17: Instalación para quema de biogás – Relleno Sanitario Normandía.



Fuente: EMACRUZ, 2019

El resto de los municipios de la región metropolitana no tiene planificado la incorporación de alternativas o tecnologías de aprovechamiento energético ni siquiera en el mediano plazo

Aspectos financieros e institucionales de las plantas para el aprovechamiento energético de residuos.

Los proyectos de aprovechamiento energético de residuos son costosos y constituyen un riesgo financiero sustancial para los municipios. La evaluación independiente de costos y el profundo entendimiento de las implicaciones financieras son cruciales para la toma de decisiones.

El financiamiento asegurado y permanente es clave para cualquier sistema de gestión de RSU funcional. El municipio debe asegurar que los requerimientos financieros se podrán satisfacer. Como esto no siempre es posible mediante las tarifas pagadas por los residuos, se deberán considerar otras alternativas de financiamiento adicionales.

Entre las alternativas a la disposición final en rellenos sanitarios, las tecnologías más favorables son las que prevén procesos de alto calor (WTE y gasificación), ya que evitan la deposición final de residuos sólidos en los rellenos sanitarios, excepto un pequeño porcentaje de cenizas y escorias. Estas tecnologías pueden evitar del 70 al 99 % la disposición de los RSM en re- llenos. La digestión anaerobia y el compostaje tienen un resultado menor (60 - 75 %) debido a que generan cantidades significativas de material de rechazo.

La WTE y la gasificación son tecnologías muy favorables a pesar de que puedan requerir nuevas superficies para los equipos de generación de energía. La digestión anaerobia y el compostaje requieren más superficie de tierra que las tecnologías de alto calor, debido a que necesitan apilar en líneas los residuos para su procesamiento.

Los rellenos sanitarios y el compostaje son más favorables desde el punto de vista del consumo de agua, puesto que normalmente no requieren agua durante las fases operativas. También, la digestión anaerobia puede considerarse favorable, ya que necesita una pequeña cantidad de agua, mientras que la WTE y la gasificación son las menos favorables por su alto uso de agua para la producción de vapor durante la recuperación de energía.

Para las grandes ciudades resulta favorable el uso de la WTE si existe una capacidad de inversión adecuada, si es necesaria la generación de energía renovable y si se desea obtener beneficios ambientales para la comunidad.

5.3. Reciclaje de los residuos eléctricos, electrónicos.

De los estudios de caracterización realizados en la región metropolitana se puede observar que menos del 1% de la composición de los residuos lo componen los especiales eléctricos y electrónicos.

Este tipo de residuos tienen un reducido mercado de interés como algunas empresas como BOLREC S.R.L. por ejemplo, que reciben este tipo de residuos para desmantelarlos en sus componentes y separarlos.

De esta actividad se puede obtener algunos materiales como residuos metálicos principalmente el aluminio y el cobre. Algunos residuos electrónicos pueden contener sustancias peligrosas como plomo y la práctica más común es la exportación cuando se reúne una cantidad considerable.

En el municipio de Santa Cruz de la Sierra la empresa EMACRUZ ha gestionado centros de acopios donde se pueden dejar este tipo de residuos, posteriormente son entregados a operadores autorizados para su gestión adecuada.

En el municipio de Santa Cruz de la Sierra, la Fundación para el reciclaje FUNDARE ha trabajado de la mano de EMACRUZ, los negocios verdes y universidades privadas para lograr una solución viable y sostenible para los residuos eléctricos y electrónicos, con logros significativos.

Además a través de campañas educativas y de sensibilización se ha logrado introducir la conciencia en los habitantes sobre el correcto manejo de este tipo de residuos.

Lo recolectado en estos centros de acopio son entregados a negocios verdes encargados de la gestión de este tipo de residuos, donde se realizan procesos de desarmado, separación por tipo de materiales para reciclado local y en ciertos casos exportación a otros países.

En el resto de los municipios de la región metropolitana no ha conseguido mucho avance en la gestión de residuos eléctricos y electrónicos principalmente debido a la falta intervención de actores de apoyo como lo son las cooperaciones internacionales, fundaciones locales mismas que realizan un importante trabajo en el desarrollo de capacitaciones, sensibilización y en algunos casos apoyo económico para programas y proyectos que consideren la gestión de este tipo de residuos.

5.4. Reciclaje de llantas.

El problema del desecho inadecuado de neumáticos en terrenos baldíos, cuerpos hídricos y a lo largo de la vía pública, especialmente en las áreas suburbanas, es un creciente foco de preocupación para las autoridades públicas, debido al grave impacto que sufre el medio ambiente.

Además, en la RMSC, dadas las condiciones climáticas y otras características particulares, el problema es igualmente preocupante desde el punto de vista de la salud pública, puesto que los neumáticos desechados de forma inadecuada se transforman en criadero de vectores de enfermedades, debido a la acumulación de agua en su interior.

Como la disposición en rellenos sanitarios de los neumáticos impropios para el uso es contraindicada, porque genera una serie de problemas de operación por la dificultad de manejo para enterrarlos, además de que provocan vacíos en el interior del macizo y puntos de instabilidad en la masa de residuos, se han buscado alternativas para encauzar el problema que, hasta la fecha, carece de una solución de consenso.

En Brasil, a mediados de los años noventa, se publicó una resolución que obligaba a las empresas a cuidar de la disposición de sus desechos de producción (los neumáticos

usados), dentro del principio quien contamina paga. La quema en los hornos de clínker de la industria del cemento fue la alternativa inmediata encontrada por los generadores. Sin embargo, no todos los hornos fueron adaptados para quemar neumáticos, y se plantearon algunas restricciones al procedimiento debido a la alteración de la calidad del cemento producido y a la emisión de gases fuera de los límites establecidos por los organismos ambientales.

Es necesario destacar la necesidad de respaldar la actuación del poder público a través de ordenanzas específicas y adecuadas, que consoliden el principio de quien contamina paga, es decir, que establezcan la responsabilidad del fabricante y del sector de distribución por los residuos generados al desechar sus productos.

Los materiales tipo llantas o neumáticos fuera de uso no son tan comercializados dentro de la región metropolitana puesto que no se cuenta con una industria que pueda aprovechar este tipo de material.

EMACRUZ a través de maquinaria y personal propio realiza la recolección, transporte y almacenamiento de neumáticos fuera de uso (NFU). La recolección va desde los grandes generadores como llanterías, centros comerciales de venta de neumáticos, mercados para automóviles; y se los transporta y deposita en áreas específicas dentro del ex relleno sanitario Normandía, a la espera de un uso futuro que se les pueda dar.

Imagen No. 18: Área de almacenamiento de neumáticos fuera de uso



Fuente: Elaboración propia – GAM Santa Cruz de la Sierra-EMACRUZ

Se calcula que en total se tiene entre 3 y 4 millones de neumáticos fuera de uso de diversos tamaños.

Por otro lado, en el mismo ex relleno sanitario Normandía se encuentra instalada la Planta Trituradora de Caucho. Dicha planta es capaz de obtener granulado y polvo de caucho a partir de los neumáticos fuera de uso, procesándolos por diversos molinos hasta obtener el material. Además separa otros componentes del neumático como son el metal y las fibras plásticas.

El granulado de caucho sirve como materia prima para la fabricación de algunos productos como suelo de caucho, aplicación en campos deportivos y pistas de atletismo, asfalta para vías y carreteras, entre otros.

Actualmente la Universidad Gabriel René Moreno y EMACRUZ han realizado un convenio para realizar pruebas de adición de granulado de caucho a las mezclas y pavimentos asfálticos con la finalidad de mejorar las características y resistencia de los pavimentos asfálticos.

Una de las dificultades de la empresa EMACRUZ con este producto (triturado de caucho), es buscar mercados en los que se pueda utilizar este material y ser un proveedor competitivo para poder comercializar a gran escala.

Para el resto de los municipios la solución ha sido que este tipo de residuos sea responsabilidad del generador y muchas veces son dispuestos en las áreas verdes formando microbasurales, para luego ser trasladados desde esos puntos hacia los sitios de disposición final junto a los residuos comunes por el Gobierno Autónomo Municipal.

5.5.Reciclaje de otros materiales (Metales, plásticos, papeles y cartón)

Según la consultoría “Estudio de mercado de residuos reciclables y estrategia para las cadenas de calor con mayor potencial para el Municipio de Santa Cruz de la Sierra” desarrollada por Swisscontact en la gestión 2023 muestra que en el municipio de Santa Cruz de la Sierra que dentro de este grupo de materiales aprovechables se realiza la comercialización de las siguientes cantidades mensuales:

Cuadro No. 44: Cantidad de materiales reciclables comercializados de forma mensual, en el Municipio de Santa Cruz de la Sierra

Nº	Material reciclable	Cantidad comercializada (Ton/mes)	Porcentaje (%)

1	Papel	141,04	2,53%
2	Cartón	1.069,23	19,17%
3	Vidrio	1,10	0,02%
4	Plásticos	1.787,09	32,04%
5	Metales Ferrosos y No ferrosos	2.564,70	45,98%
6	Llantas y neumáticos	15,00	0,27%
TOTAL		**5.578,16**	**100,00%**

Fuente: Estudio de mercado de residuos reciclables y estrategia para las cadenas de valor con mayor potencial para el municipio de Santa Cruz de la Sierra; (Swisscontact, 2023)

De acuerdo a estas clasificaciones se establecieron cuáles son los tipos de materiales con mayor porcentaje de comercialización quedando tres materiales muy por encima de los demás, estos materiales son: partes de metales en general (chatarra), Polietileno Tereftalato (PET) y Cartón.

Entre estos tres materiales llegan a un porcentaje de 86,14% de comercialización. Lo que llama la atención es que los materiales metálicos (chatarra) en la que respecta a residuos domiciliarios no son una cantidad significativa, de hecho, según los estudios de caracterización realizados en los municipios del área metropolitana solamente llegan a ser el 1,40% de los residuos generados en fuentes domiciliarias.
Esto nos hace pensar que la fuente de generación de este tipo de residuos provienen del parque automotor y del parque industrial. Una gran cantidad de este tipo de residuos está dedicada a la exportación y otra porción a cubrir la demanda local.

Para los residuos de PET la mayor parte proviene de fuentes domiciliarias y otras diversas fuentes no domiciliarias como supermercados, mercados, restaurantes, patios de comida, como se encuentra demostrado en el estudio *Cálculo de generación, densidad y composición de los residuos sólidos en la región metropolitana (GAD;2022)*

De igual manera, para el resto de los materiales como metálicos, plásticos, papel y cartón generados en los demás municipios de la región metropolitana no se cuenta con estudios previos o datos de recuperación de estos materiales aprovechables.

En estos municipios existen personas informales dedicadas a la recuperación y recolección de materiales aprovechables, pero no se encuentran organizados y realizan sus labores por cuenta propia. En el municipio de El Torno por ejemplo, los funcionarios municipales que van recolectando los residuos a través del servicio de aseo urbano, van separando algunos que puedan posteriormente comercializar.
En el Municipio de Cotoca la recuperación se realiza por personas informales dentro del botadero. En todos los casos esta actividad se realiza en condiciones precarias, sin herramientas o equipos más que las manos propias y con un alto riesgo a la salud de las personas.

El Potencial del desarrollo de los negocios verdes en el país, principalmente, del sector de Empresas de reciclaje, en la actualidad, es de vital importancia para el aprovechamiento de los residuos reciclables que se generan.

Estrategias de RSU con mirada integradora.

Las soluciones en materia de valorización de recursos solo podrán venir de la mano de una visión integral, que aborde el tema transversalmente y no como si se tratara de temáticas en contraposición (por ejemplo, bajo la dicotomía desarrollo económico vs. ambiente). Además, para lograr un auténtico desarrollo sostenible, se requiere una visión de largo plazo, donde las externalidades ambientales sean puestas sobre la mesa y los distintos actores involucrados en el ciclo de vida de los productos participen de la solución para reinsertar los materiales y recursos en un nuevo proceso productivo.

El objetivo del presente trabajo fue proponer una estrategia de valorización de residuos domiciliarios recomendando una tecnología o combinación de tecnologías adecuada en la Región metropolitana de Santa Cruz.

Proyectos como la construcción de la Planta de Transformación de Residuos Orgánicos ubicada en el ex relleno de Mallasa en La Paz, financiada por la Agencia Sueca de Desarrollo Internacional y ejecutada por Swisscontact y Helvetas nos muestran que es posible la operación de una planta previa recolección diferenciada, tratamiento y venta de los productos procesados , dicha planta recibirá hasta 30 toneladas por día de residuos orgánicos, lo que implica 7.800 toneladas al año; además, obtendrá productos como compost y humus de lombriz que estarán a la venta para la población.

5.6. Modelos Económicos de Valorización de RSU.

En el siguiente cuadro se realiza una descripción de los modelos económicos identificados, los cuales se desarrollan de manera más extensa en los anexos del trabajo utilizando el modelo canva.

Cuadro No. 45: Modelos económicos de valorización de RSU

Modelo de Negocio	Descripción	Modelo Económico
Recolección y Venta de Materiales Reciclables	Empresas recolectan materiales reciclables de las casas para venderlos a plantas de reciclaje.	Ingresos por la venta de materiales y tarifas de suscripción de hogares.
Producción de Compost	Recolectar residuos orgánicos para producir compost.	Venta de compost a agricultores y tarifa de recolección para hogares participantes.
Conversión de Residuos a Energía (WtE)	Incineración o gasificación de residuos para producir energía.	Venta de energía a la red o empresas, posibles subsidios gubernamentales.
Upcycling o Supra-reciclaje	Transformar residuos en productos de mayor valor.	Venta de productos upcycled, dirigido a nichos de mercado sostenibles.
Digestión Anaerobia	Procesar residuos orgánicos para producir biogás.	Venta de biogás y posiblemente subproductos como fertilizantes.
Desmontaje y Re-manufactura	Desmontar productos para recuperar componentes valiosos.	Venta de componentes y materiales reciclables, posibles tarifas de recolección.
Sistemas de Depósito y Devolución	Sistema de depósitos para envases retornables.	Depósitos recolectados financian el sistema, envases devueltos reducen costos de materia prima.

Plataformas de Intercambio o Donación	Plataformas en línea para donar o intercambiar artículos.	Ingresos a través de publicidad, tarifas de transacción o membresías.
Educación y talleres	Cursos sobre reducción, reutilización y reciclaje en hogares	Servicio educativo que genera conciencia ambiental con ingresos por venta de cursos.

Fuente: Elaboración propia

Mercado del reciclaje

La demanda de los materiales reciclables en los municipios de la región metropolitana no es significativa, exceptuando en warnes y Santa Cruz de la Sierra, puesto que no existe un desarrollo industrial que pueda darle una gestión, aprovechamiento y valorización adecuada.Se asume que las personas dedicadas a la recuperación de materiales reciclables comercializan estos productos a intermediarios que a su vez estos los comercializan a las empresas recicladoras.

Pero el mercado de material reciclable crece rápidamente y presenta índices de recuperación significativos, aunque esté también creciendo el nivel de exigencia de calidad.

La demanda los residuos reciclables en la RMSC a tenido un incremento sostenido por iniciativa generalmente de la empresa privada, actualmente la demanda principal es de plásticos, polietileno de alta densidad, polietileno de baja densidad Cartón, papel,aluminio, chatarra, cobre hierro y vidrio

A nivel regional, el mercado de estos materiales es afectado por los costos y fluctuaciones de los mercados globales. Por esta razón, también se observan exportaciones de dichos materiales, basadas en requerimientos comerciales o ventajas del mercado

A nivel municipal de Santa Cruz de la Sierra se estima que se comercializaran materiales reciclables que representa apenas un 9% de aprovechamiento anual.

Las empresas que trabajan con materia prima reciclada imponen tres condiciones básicas para comprar el material:

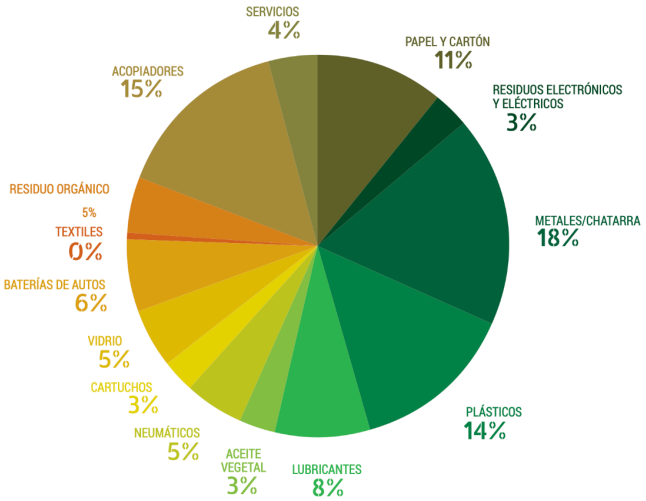
- Escala de producción
- Regularidad de la provisión
- Calidad del material.

De modo que materiales clasificados correctamente, relativamente limpios y, consecuentemente, de mayor valor agregado, son más fáciles de comercializar en el mercado.

La comercialización de los productos, incluyéndose el precio de venta y el flujo de la producción, dependen de la existencia e interés de las empresas recicladoras instaladas en la región del área de influencia de la planta.

Los precios de mercado son variables y sufren la influencia directa del precio de la materia prima virgen así como de otros factores, como la demanda mayor o menor de las empresas recicladoras por algún reciclable específico en determinado período del año.

Gráfico No. 22: Negocios verdes identificados en el sector reciclaje

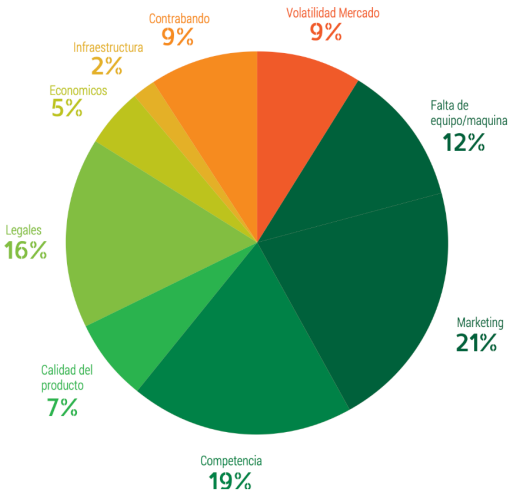


Fuente: Swisscontact- Diagnostico de negocios verdes, 2022

Dentro de los servicios se han identificado negocios verdes que realizan asistencia y asesoramiento técnico sobre gestión de residuos sólidos, y tratamiento de residuos o disposición final.

Según el estudio realizado por swisscontact , dentro del sector reciclaje los principales negocios identificados son: 18% metales y chatarra, 14% plásticos, 11% papel y cartón.

Gráfico No. 23: Principales razones que perciben negocios en reciclaje como limitantes para la comercialización de productos.



Fuente: Swisscontact- Diagnostico de negocios verdes, 2022

Segun el estudio realizado por swisscontact los negocios dentro del sector reciclaje han expresado diversas limitantes para la comercialización de sus productos entre las principales mencionan 21% el marketing, 19% la competencia y un 16% temas legales

Estimación de la demanda insatisfecha

El levantamiento de información de las empresas recicladoras permitió contar con datos para estimar la demanda en la ciudad de Santa cruz de la Sierra continuación se presenta la información recogida Empresa

Se puede concluir que:

- Existe una demanda insatisfecha debido posiblemente a falta de políticas locales y nacionales que ayuden a la efectividad de los recolectores de RSU
- Los acuerdos que tiene algunas empresas con recolectores pueden constituirse en una pieza clave para asegurar la oferta de materiales reciclables

Los residuos sólidos demandados localmente en RMSC ha tenido un incremento sostenido por iniciativa de la empresa privada, actualmente la demanda principal es de plásticos, polietileno, PVC, carton, papel, aluminio chatarra, vidrio entre otros

Las cantidades demandadas de polietileno de alta densidad , polipropileno y botella PET, son superiores a las ofertadas por el mercado local. Para el caso de las empresas que demandan papel como Kimberly y polipropileno de baja densidad las cantidades son suministradas por el mercado local (Informe Fundación PAP- Estudio de mercado de RSU en Bolivia)

Según los datos anteriores se observa que existe una demanda insatisfecha, también los acuerdos que tienen algunas empresas con recolectores y acopiadores pueden constituirse como una pieza clave para asegurar la oferta de materiales para el reciclaje.

Cuadro No. 44: Oferta de materiales reciclables en la RMSC

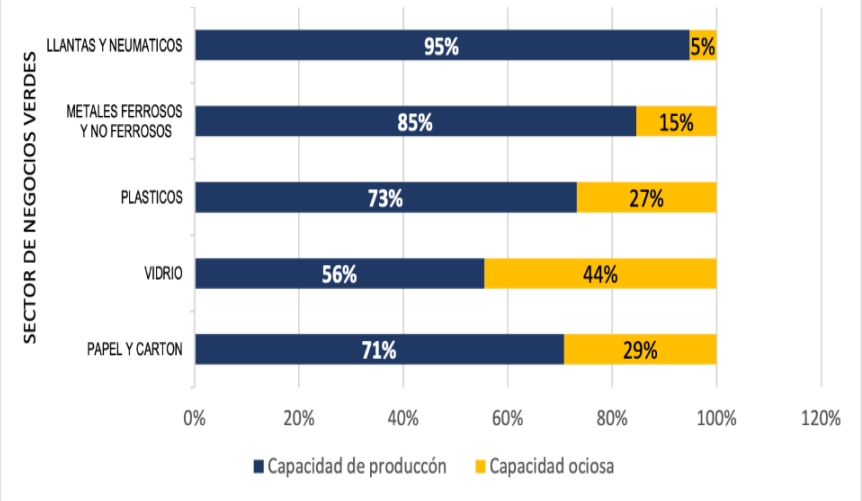
Material	Descripción
Papel	Se producen a través de procesos químicos que tratan la pulpa de celulosa obtenida, es utilizado para fabricar cartón gris, maples o papel ecológico
Cartón	El cartón recuperado se utiliza en la fabricación de nuevos tipos de cartón, envases, maples o papeles kraff
Vidrio	El vidrio ya sea cristalino o de colores no pierde sus materiales por lo que es inerte en contacto
Polietileno Tereftalato (PET)	Se aplica en la fabricación de preformas PET, en envases de alimentos y bebidas u otro tipo de productos industriales
Polietileno de alta densidad (HDPE)	Es utilizado en la fabricación de politubos, mangueras envolturas protectoras, bolsas de plástico tuberías entre otra gran variedad de productos
Polietileno de baja densidad (LDPE)	Amplia gama de aplicaciones debido a su resistencia química, es utilizado en fabricación de bolsas, sacos y películas flexibles, botellas no sanitarias y otros productos
Polipropileno (PP)	Es utilizado en fabricación de productos que no requieren especificaciones estrictas de resina tales como postes para vallas, vigas y otros.
Policloruro de vinilo (PVC)	Se utiliza en la fabricación de productos de aislamiento de cables y alambres eléctricos, tuberías de plástico, fibras de hormigón entre otros.
Metales ferrosos (chatarra de fierro y acero)	Es utilizado para la fabricación de productos que provienen de la fundición gris , hierro maleable, y la fundición de aceros
Metales No ferrosos (aluminio cobre y bronce)	Estos metales no se degradan ni pierden sus propiedades quimicas o fisicas durante el proceso de reciclaje , se pueden reciclar una infinidad de veces como por ejemplo en latas
Llantas y neumaticos usadas	Es utilizado como caucho granulado, fibra sintética y virutas de acero, se pueden fabricar productos como trapeadores, pisos de caucho amortiguantes, bujes de goma para vehiculos etc

Es importante conocer las condiciones de precios volúmenes y tipos de materiales reciclables en el país ya que el potencial de desarrollar alternativas de aprovechamiento en base a RSU y otros negocios está condicionada por estas variantes

Capacidad de producción instalada

Datos de diferentes estudios a nivel nacional han podido identificar qué los negocios verdes correspondientes al sector de empresas de reciclaje en promedio trabajan en un 74% de su capacidad productiva lo cual demuestra que existe una capacidad ociosa de un 26% (Cámara Nacional de Industrias-Estudio de mercado de residuos, 2023).

Gráfico No. 24: Capacidad de producción o capacidad ociosa en empresas de reciclaje.



Fuente: Cámara Nacional de Industrias (2023), estudio de mercado de residuos reciclables y aprovechables

Precios de los residuos reciclables

Los precios de venta de residuos reciclables han sido obtenidos en base a otros trabajos realizados y con validación mediante reuniones con actores clave del sector de recicladores e institucional. Los resultados se muestran a continuación.

Cuadro No. 46: Precio promedio en kilogramos en Bolivianos según el tipo de residuo

Tipo de residuo	Fundacion Amigarse	Unión Europea	Camara Nacional de Industrias	Organización de recicladores
PET	Entre 1,5 y 1,8	2,62	Entre 1,40 y 2,20	Entre 1,60 y 2,40
Cartón	Entre 0,7 y 0,8	1,65	Entre 0,70 y 1,30	Entre 0,80 y 1,50
Aluminio	Entre 4 y 7	5,59	Entre 5 y 7	Entre 4,5 y 7
Cobre	Entre 28 y 40	30	Entre 30 a 42	No especifica
Bronce	Entre 18 y 26	-	Entre 20 a 25	No especifica
Papel	-	1,14	Entre 0,50 y 1	Entre 0,60 y 1,1
Vidrios	-	1,96	0,10	No especifica
Chatarra	-	2,66	Entre 1,10 y 1,70	No especifica

Fuente: Elaboración propia con base en estudios de Fundación Amigarse, Unión Europea y Camara Nacional de industrias.

Como se puede observar los precios de los residuos más fluctuantes, fueron los del cobre y bronce, el aluminio varió en menor proporción. El cartón y el PET mantuvieron valores relativamente constantes durante ese período.Los precios del cobre y el bronce siguen siendo los más volátiles, junto al aluminio. El Pet y el cartón se mantienen constantes

Durante el periodo que abarcó el presente trabajo se observa la volatilidad de los precios, lo cuál va en desmedro de los intereses de los recolectores. Existen varios factores que provoca esta inestabilidad, entre ellos:

- Reducción de la demanda de residuos por la emergencia sanitaria generada por el Covid-19, que derivó en el cierre temporal o definitivo de fábricas, lo que produjo una reducción de los precios.
- Falta de regulación de mercados o inexistencia de mercados. Se vende al mejor postor.
- Necesidad y/o urgencia de vender, frente a un intermediario que aprovecha la emergencia.
- En el caso del vidrio, al no existir demanda, los precios cayeron al mínimo.
- Los precios de los productos difieren en gran medida en la venta de recolectores que son independientes a los recolectores asociados.Esta diferencia existe porque los recolectores asociados venden directamente a las empresas e industrias recicladoras a través de su asociación obteniendo mejores beneficios

Exportación de materiales reciclables

Se puede identificar qué los materiales reciclables con mayor volumen de exportación son los metales ferrosos y no ferrosos con un 99.24%Le siguen los materiales plásticos con un 0.69%.
El departamento de Santa Cruz es el que concentra el mayor volumen de exportaciones de materiales reciclables(54%) (Cámara Nacional de Industrias- Estudio de mercado de residuos, 2023)

Cuadro No. 47: Exportaciones de materiales reciclables aprovechables 2022

Material	Santa Cruz		General	
Material reciclable	Peso (TON)	Valor FOB $US	Peso (TON)	Valor FOB $US
Papel y cartón	73	14	73	14
Plásticos	532	141	677	265
Metales ferrosos y no ferrosos	52222	30253	97585	44451
Total	52827	30408	98335	44730

Fuente: (Cámara Nacional de Industrias- Estudio de mercado de residuos, 2023)

Evaluación del potencial generador de empleos en RSU.

Según un estudio realizado por la fundación (Fundación Amigarse, Agosto 2022- Una mirada a la realidad de los recolectores en Santa Cruz de la Sierra)En la RMSC se genera actualmente 2.000 empleos verdes.

Si se llegara a aprovechar todo el material reciclable potencial se generarían 6.000 empleos verdes. (Análisis situacional de la cadena productiva del reciclaje en la ciudad de Santa Cruz-Emacruz 2017), según estimaciones realizadas para el presente trabajo el potencial sería de hasta 8.000 empleos

La recolección diferenciada y el reciclaje de basura en Bolivia podrían crear unos 20.000 empleos nuevos y reducir los altos costes de los vertederos o rellenos sanitarios. En la actualidad se desaprovecha el 80% de los desechos y se reutiliza solo el 20%, (EcoVecindarios- Swisscontact 2020).

Un informe de la Agencia de Protección Ambiental (EPA) de Estados Unidos concluye que por cada 10.000 toneladas de productos y materiales residuales que se incineran se crearía un empleo, mientras que en el caso de que se enviaran a vertedero, serían dos los puestos de trabajo asociados. Sin embargo, si esa misma cantidad de material se recicla, se podrían crear hasta 20 empleos.

Cuadro No. 48: Creación de puestos de trabajo en función del sistema de tratamiento de residuos por cada 100.000 tn de residuos por año

Fabricación con base en reciclaje	Cantidad de empleos
Fábricas de papel	180 a 190
Fábricas de vidrio	260 a 290
Fabricas de plastico	930 a 1020
Reciclaje de materiales	100 a 200
Compostaje	40
Vertido	10 a 20
Incineración	10

Fuente: Greenpeace 2017

Tomando en cuenta la generación de residuos domiciliarios en la RMSC que actualmente sobrepasa las 2000 ton/día (estudio de caracterización realizado por el GADSC, 2023), existe un potencial de creación de empleo que ronda los 8.000 puestos de trabajo.

En principio, puede afirmarse que el empleo en el sector podría verse incrementado en proporción semejante al aumento de los residuos, si se aplica un criterio de coeficientes de empleo.Sin embargo, los empleos que puedan generarse dependen de la composición de los residuos y de la posibilidad de dar a todos ellos un tratamiento de reciclaje adecuado. Como se desprende de los datos de los distintos informes, mientras que las fábricas de vidrio podrían demandar entre 260 y 290 empleos por cada 100.000 toneladas de residuo reciclado, las fábricas de plástico demandarían entre 930 y 1.020 empleos por igual cantidad de residuo (Greenpeace, 2010).

En el sector de recolección, tratamiento y disposición de desechos, el análisis de insumo-producto muestra que, por cada empleo que se genere en el sector, el efecto multiplicador determina que el aumento final en toda la economía sea de aproximadamente 4 trabajadores entre indirectos e inducidos (OIT 2020, Como impulsar la creacion de empleos verdes en economia circular)

En la práctica, la cantidad de empleos que se pueden generar dependerá de varios factores, como la implementación de políticas públicas que promuevan el reciclaje, la inversión en infraestructura, tecnología, y la participación de la población en el reciclaje.

Sin embargo, es claro que el aprovechamiento de los residuos tiene un gran potencial para generar empleos en la Región Metropolitana de Santa Cruz.

5.7. Factores limitantes para la implementación de nuevas tecnologías.

Criterios de selección

Varios factores y parámetros deben ser considerados en la identificación y selección de las alternativas más adecuadas para el tratamiento y la disposición final de los RSM para los distintos países de la región. Los principales son:

Densidad de la población: la densidad de la población determina la cantidad de residuos generados dentro de una ciudad/provincia/región/ país. Algunas de las tecnologías más complejas (ej. WTE) requieren de un amplio volumen de RSM para garantizar su viabilidad económica.

Composición de los residuos sólidos: en la región, los RSM contienen por lo general menos papel y plástico y una mayor proporción de residuos orgánicos (en especial restos de comida). Este tipo de residuos, al tener un mayor porcentaje de humedad, son más apropiados para el tratamiento biológico (ej. compostaje, digestión anaerobia).

Capacidad económica y financiera municipal: según la capacidad de inversión y el nivel de ingresos de los municipios se puede considerar cuán compleja y costosa puede ser la tecnología que se quiere implementar.

Nivel de capacitación técnica: entre más compleja sea la tecnología (WTE, gasificación, digestión anaerobia) se requiere más personal y especialistas capacitados para la operatividad.

Alianzas público-privadas: cuando las empresas privadas tienen interés en la gestión de los residuos de una determinada ciudad o provincia, se presenta una oportunidad para implementar nuevas tecnologías de tratamiento de los RSM, migrando la responsabilidad de las inversiones significativas al sector privado. Este modelo podría ser de gran interés para las ciudades que tienen una limitada capacidad de inversión.

Limitaciones geográficas: Las regiones limitadas por la disponibilidad de la tierra, pueden ser incentivadas en generar energía con combustibles locales, a pesar del alto costo. También, se dificulta la construcción de rellenos en las regiones con una orografía montañosa del territorio, por lo que es necesario emplear tecnologías alternativas.

En el presente acápite se realizó un análisis sobre la replicabilidad en la RMSC de las tecnologías presentadas anteriormente para el tratamiento de los RSM. Es necesaria la adaptación de estas tecnologías en el contexto de la región para su correcta implementación.

Las principales barreras identificadas para la implementación de nuevas tecnologías que sean probadas y eficientes:

- La eficiencia de una nueva tecnología para tratamiento y valorización de los residuos debe ser mayor en tanto mejor sea la separación en origen principalmente de los residuos domiciliarios que constituyen la mayor cantidad generada en los municipios de la región metropolitana. Esto permite no solamente mayor eficiencia

sino disminución de costos y mayores cantidades de residuos aprovechables recuperados.

- Los elevados costos de inversión para la implementación de nuevas tecnologías de tratamiento y valorización constituyen una fuerte barrera para la implementación de nuevas tecnologías de tratamiento y valorización de residuos. Proyectos de este tipo deben ser implementados con el apoyo de entes financiadores y cooperación externa. Por otro lado, debemos entender que para obtener analizar la factibilidad y viabilidad de estos proyectos debemos proyectarlos mínimamente entre 15 y 20 años, puesto que los beneficios sobre todos los económicos se obtienen en el largo plazo.
- De acuerdo con la metodología para selección de nuevas alternativas y análisis de viabilidad de proyectos se debe primeramente evaluar el escenario local es decir, el estado técnico y operativo del sistema actual de gestión de residuos en términos de recolección, transporte y disposición final, así como los roles de las entidades de seguimiento y control encargadas de la fiscalización y de los sistemas de información y monitoreo que permitan realizar una trazabilidad de dicho sistema.
- Subvención del servicio. Analizados los Presupuestos anuales destinados a los servicios de aseo urbano se observan que en todos los municipios el servicio es subvencionado. En el municipio con el presupuesto más cuantioso como es Santa Cruz de la Sierra, el presupuesto del servicio de aseo urbano es subvencionado en más del 60% y el resto es obtenido del pago de la tasa de aseo urbano. En el resto de los municipios la subvención del servicio es del 100%. Como ya se ha mencionado antes, estos proyectos y tecnologías requieren de una fuerte inversión y posteriormente absorber los costos operativos necesarios para garantizar su correcto funcionamiento. Si no están garantizados estos recursos la inversión inicial se verá comprometida durante fase de operación.
- Capacitación técnica. Si bien, en otros países existen plantas implementadas y tecnologías en funcionamiento desde hace ya muchos años atrás, en Bolivia recién se está comenzando a tomar este tema por su importancia y por la tendencia mundial hacia la implementación de la economía circular y cuidado del medio ambiente. Las universidades hace pocos años atrás ya están sacando programas de capacitación específica en gestión integral de residuos sólidos debido al interés y necesidad de parte de nuevos profesionales de avanzar en estas temáticas.
- Falta de Políticas públicas. La implementación de nuevas tecnologías de tratamiento y valorización debe ser acompañada de un desarrollo industrial en este sentido, es decir se deben apoyar los denominados “negocios verdes” y empresas dedicadas al aprovechamiento y valorización de los residuos. Estas políticas deben estar orientadas a dar mejores condiciones a todas las empresas desde las pequeñas hasta las más grandes evitando así los monopolios.
- Idiosincrasia del país: Existen numerosos proyectos de pre-inversión y financiamiento, pero es usual que se tropiecen con problemas de orden social y burocracia entre otros.

- Falta de información de estudios económicos-financieros basados en las tasas de aseo por las cuáles se remuneran los servicios prestados en materia de residuos sólidos.
- La escasa participación del sector privado en la cadena obstaculiza la introducción de empresas extranjeras y el desarrollo de las empresas locales.
- Falta de empresas locales especializadas en las distintas fases del ciclo de la gestión de residuos urbanos.

5.8. Apoyo para mejorar la organización de los recicladores.

En reuniones de trabajo realizadas con las asociaciones de recolectores de Santa Cruz y en el taller llevado a cabo con un grupo focal a profesionales expertos independientes y fundaciones que trabajan o han tenido experiencias con el sector de recuperadores de base y recolectores establecieron las principales demandas del sector las cuales se desarrollan de forma gráfica en los anexos del documento (Resumen del taller) de acuerdo a:

Se identificó como principal deficiencia para el sector de los recolectores la falta de centros o lugares de acopio que puedan reunir las condiciones de espacio y equipamiento para poder separar y acondicionar los materiales para su posterior venta, dándole un valor agregado o adicional a la simple recuperación, haciendo mayores las cantidades comercializadas y mejorando las condiciones de negociación con sus clientes.

Por otro lado, se establece que los recuperadores y asociaciones de recolectores demandan un precio más justo y que se mantenga constante

Se requiere apoyo en capacitaciones técnicas, no solamente en el manejo y gestión de cada uno de los residuos y materiales que logran recolectar sino en negociación, formas de organización, liderazgo, otras formas de aprovechamiento y valor agregado de los residuos como fabricación de artesanías o reutilización, computación, etc.

Otro componente, considerado de importante demanda por el sector de recuperadores de base es el reconocimiento social y público como personas que llevan adelante una labor importante tanto para la economía de un país o región como para el medio ambiente.
Por último y sin dejar de ser importante se demandan medios de transporte adecuados para sus necesidades como motocarros, chatas, o algún tipo de vehículo motorizado donde los recuperadores puedan transportar sus residuos en volúmenes más grandes. Esto permitirá optimizar sus tiempos y alcance en las zonas de recolección, llegando a recolectar mayor cantidad de residuos aprovechables.

La inclusión de los recicladores en la gestión integral de residuos del Municipio de Santa Cruz de la Sierra es fundamental para lograr una gestión sostenible y justa de los residuos.

El municipio de Santa Cruz de la Sierra con su Programa Municipal de Recolección diferenciada que incluye una recolección selectiva puerta a puerta en ciertas zonas, además de una recolección selectiva a través de puntos fijos de almacenamiento y posterior procesamiento de los materiales en Instalaciones de Recuperación de Materiales (IRM) reciclables descentralizados está incluyendo a las redes y asociaciones de recolectores y recuperadores en el desarrollo de las actividades incluidas en este programa beneficiando así a varias familias que dependen de esta fuente de ingreso. Este reciente Programa fue implementado en septiembre de 2023 y está en fase de prueba.

En el resto de los municipios de la región metropolitana no se tiene datos sobre asociaciones o redes de colectores que se hayan formado u organizado. Generalmente estas actividades se realizan por cuenta propia y utilizando los medios disponibles por cada recolector de manera individual.

Generalmente los datos obtenidos, estudios realizados, proyectos ejecutados y logros medibles alcanzados se han desarrollado dentro del municipio de Santa Cruz de la Sierra.

Según el estudio de la Fundación AMIGARSE, 2022, este grupo de personas están organizadas en 36 asociaciones de recolectores que pertenecen a un mismo sector o barrio donde realizan el trabajo de recolección y recuperación de materiales con características reciclables. Estas asociaciones a su vez están incluidas en las denominadas redes de recolectores, que cuentan con una organización bien definida, existiendo tres conocidas a la fecha: La red de recolectores Santa Cruz, Red de recolectores Bolivia Unida y ARECICRUZ.

Al margen de las asociaciones y redes de colectores se encuentran los recuperadores independientes que son un mayor número y que no encuentran en estas organizaciones mayores beneficios, por lo que ejecutan su trabajo de manera personal o agrupadas en núcleos familiares de dos a tres personas.

Se calcula que en Santa Cruz de la Sierra unas 2.000 a 3.000 personas se dedican a esta actividad ya sea a tiempo completo, medio tiempo o de manera ocasional.

Es un sector bastante vulnerable no solamente por las malas condiciones de trabajo a las que se someten sino también a la constante variación en los precios de los materiales, en donde los compradores de los materiales sean estas empresas recicladoras o intermediarios.

Fundaciones locales, así como instituciones de cooperación internacional y empresas locales han trabajado en diversos programas y proyectos para fortalecer a este grupo valorando la actividad que realizan en pro del medio ambiente de personas y además visto en este grupo de personas una manera de desarrollar la responsabilidad social empresarial y la responsabilidad extendida del productor establecida en la Ley Nº 755 de Gestión Integral de Residuos Sólidos.

Propuestas de mejoras de las organizaciones de recicladores

Según el BID, el reciclaje inclusivo debería otorgar el derecho a:

- Mantenerse en el oficio.
- La libre asociación e integración en la cadena de valor del reciclaje.
- Articularse de manera formal con el servicio de limpieza pública y recibir una remuneración por los servicios prestados.
- El trabajo digno.
- La participación de las organizaciones de recicladores de base en la construcción, implementación y monitoreo de las políticas públicas de gestión de residuos.

Para lograr dicha inclusividad se proponen las siguientes iniciativas de formalización de las asociaciones de recicladores

Iniciativas de formalización

- Incorporar principios del reciclaje inclusivo, tales como un registro nacional de recicladores de base, promoción de la inclusión y la formalización del trabajo, el fomento de la contratación de clasificadores por parte de los gestores de residuos y su priorización en la adquisición de contratos públicos de gestión de residuos.
- Modificar y ampliar el sistema de clasificación, segregación en la fuente y recolección para incluir a los clasificadores.
- Expandir la clasificación en origen y la recolección diferenciada en RMSC, innovando en la recolección de reciclables domiciliarios con pilotos puerta a puerta de recolección a cargo de recicladores formalizados, abriendo la posibilidad de implementar soluciones específicas para cada sitio
- La transformación de las asociaciones de recolectores en cooperativas, representa una oportunidad para cambiar prácticas de trabajo y mejorar su productividad. En este sentido, se identifican oportunidades para el análisis de la eficiencia de las plantas como emprendimientos productivos, encontrando los incentivos adecuados para asegurar la mejora de la productividad y el incremento de la capacidad de procesamiento.Una manera de incrementar la productividad sería fomentar el uso de maquinaria por parte de dichas cooperativas, que algunos ya poseen (que pica el plástico por ejemplo), y esto le suma valor agregado a la labor.
- Se sugiere identificar distintos mecanismos de inclusión, tanto desde la perspectiva individual como colectiva, a partir de un análisis profundo de las experiencias previas, en particular de aquellas llevadas a cabo por organizaciones con experiencia en GIRS . Además, se debería estudiar la posibilidad de adaptar programas de apoyo,para la inversión en equipamiento, infraestructura, transporte y capacitación, y para el fortalecimiento de la asociatividad y el cooperativismo.
- Reconocimiento oficial dentro de la cadena de valor de la gestión de residuos estableciendo acuerdos formales con sus organizaciones
- Capacitación para mejorar sus prácticas de recolección separación y venta de materiales reciclables

- Facilitar acceso paulatino a tecnologías y recursos que permitan mejorar sus prácticas permitiéndoles ser más eficientes con herramientas y equipos.

6. POTENCIAL ECONÓMICO Y METODOLOGÍA

6.1. Potencial económico en RMSC

Cuadro No. 49: Potencial económico en la RMSC

	Tipo de residuo reciclable	Precio de mercado promedio kg/Bs	Cantidad anual aprovechable	Monto Bs.	Monto USD
1	Orgánicos	0,58	317.683.850,78	182.668.214,20	26.245.433,07
2	Plásticos	2,02	52.409.328,30	105.866.843,17	15.210.753,33
3	Vidrio	1,03	17.707.226,08	18.238.442,86	2.620.465,93
4	Aluminio y otros metales	5,70	10.284.131,20	58.619.547,84	8.422.348,83
5	Papel y cartón	1,13	37.216.060,22	42.054.148,05	6.042.262,65
	Total		**435.300.596,58**	**407.447.196,12**	**58.541.263,81**

Fuente: Elaboración propia

Según parámetros internacionales un sistema de reciclaje no lograra un 100% de eficiencia y alcance potencial pero se establece una media de entre 50% y 75% por lo que se puede afirmar que el potencial económico de la RMSC es entre 29 y 43 millones de USD al año.

Pérdidas por no valorizar Residuos de alternativas

Para la sociedad, invertir en sistemas integrales de gestión de residuos sólidos genera un retorno económico cuatro veces mayor que no hacerlo (BID,Sostenibilidad financiera de la GIRS en LATAM, 2023).

Los costos de las externalidades negativas de los vertederos en términos de contaminación del ambiente y de la sociedad representan entre tres y cinco veces (US$45- US$125 per cápita al año) el costo de una correcta gestión de residuos (US$15-US$25 per cápita al año), por lo cual para la sociedad es mucho más económico gestionar los residuos de forma adecuada y respetuosa del ambiente que usar sitios de disposición final inadecuados. Estos costos están asociados, a enfermedades provocadas por contacto directo e indirecto con los residuos (US$16-US$36 per cápita al año), a la contaminación

de las aguas subterráneas y superficiales, y sus efectos en la población y el ambiente (US$4-US$20 per cápita al año), y a otras pérdidas como en turismo por contaminación (US$26-US$50 per cápita al año)

Una adecuada gestión de los RSM contribuye a mantener limpios los espacios urbanos y rurales, lo cual genera entornos de vida agradables y saludables que resultan atractivos para distintos actores, como residentes, empresarios, turistas e inversionistas Por su parte, la prevención en la generación de residuos no solo evita costos de gestión al final de la cadena, sino que también ahorra costos en términos de materias primas, energía y mano de obra.

Cuadro No. 50: Costos incurridos por no valorizar RSU en la RMSC

	Descripción	Unidad	Cantidad ton/Año	Precio Bs	Monto Bs/Año	Monto USD/Año
1	Operación mantenimiento y monitoreo de relleno sanitario	Ton	435.300,59	109,00	47.447.764	6.817.207

Fuente: Elaboración propia

Según los cálculos estimados considerando el potencial total de valorización de residuos de la RMSC y sus costos de operación mantenimiento y monitoreo del relleno sanitario que para el año 2020 eran de 109 bs/tn (EMACRUZ), se podría obtener un ahorro potencial de más de 6,8 millones de USD anuales en base a la cantidad de toneladas que dejaron de ir a parar a los vertederos.

Cuadro No. 51: Costos incurridos por no implementar planta MBT

	Descripción	Unidad	Cantidad ton/Año	Precio Bs	Monto Bs/Año	Monto USD/Año
1	Operación mantenimiento y monitoreo de relleno sanitario	Ton	247.835	109,00	27.014.015	3.881.323

Fuente: Elaboración propia

Se realiza el cálculo de ahorros de costos estimados para la implementación de una planta de separación mecánica biológica y considerando una cantidad de 247.835 tn/año (679 tn diarias de las cuales son 150 tn reciclables aprovechables, 529 tn orgánicas) de materiales por año que se evitará parar en el relleno sanitario, se puede estimar un ahorro potencial de más de 3,2 millones de USD.

6.2. Metodología para el Análisis de Viabilidad de Proyectos

El presente análisis de alternativas propone establecer su viabilidad para la valorización de los RSU en la RMSC, utilizando la metodología del BID y de la GIZ.

El Banco Interamericano de Desarrollo presenta una propuesta de metodología de análisis de viabilidad y de evaluación para la implementación de las técnicas descritas anteriormente en América Latina y el Caribe, considerando los factores técnicos, económicos, financieros, sociales y ambientales que determinan su operación exitosa dentro del contexto de la región.

Esta propuesta es congruente con el estudio desarrollado por el Banco Mundial sobre tecnologías actuales y emergentes para el tratamiento de residuos sólidos domésticos (Banco Mundial, 2011).

La metodología propuesta se desarrolla en cuatro pasos:

i) Identificación del contexto en el que será implementada la tecnología.

ii) A partir del contexto se definen las medidas de gestión integral que se recomienda implementar en el municipio o la región que evidencian y demuestran estar preparados para aplicar proyectos de tratamiento y valorización.

iii) Se realiza el análisis de diferentes aspectos sobre la base de los cuales se establece el tipo de tecnología de valorización recomendado.

iv) Se procede a la estructuración de los proyectos, con la inclusión de recomendaciones técnicas, legales y financieras y aquellas relacionadas con la gestión de riesgos.

Gráfico No. 25: Metodología para el análisis de viabilidad de tecnologías para la valorización de residuos



Fuente: Hacia la valorización de residuos sólidos en América Latina y el Caribe (BID 2022)

Selección de medidas para implementar en la gestión de residuos.

De acuerdo con la jerarquización de los residuos y las lecciones aprendidas de las experiencias internacionales, las medidas asociadas a la gestión de residuos deben ser determinadas teniendo en cuenta el estado de la gestión integral de residuos sólidos y el contexto del área del proyecto, los cuales fueron establecidos en el paso precedente de la presente metodología.

Evaluación de técnicas de valorización potencialmente viables

Este paso aplica para los municipios que se encuentran en los escenarios ideales para la implementación de una tecnología de valorización de residuos sólidos, que, según la clasificación y el análisis realizado en los pasos anteriores, están preparados para implementar sistemas de tratamiento y valorización de residuos. Asimismo, la experiencia internacional ha demostrado que usualmente la implementación de estos proyectos se realiza por fases, es decir que de manera progresiva se van incorporando tecnologías que tratan una porción de los residuos hasta alcanzar el tratamiento de la totalidad de los residuos generados.

Estructuración de proyectos de tratamiento y valorización

Una vez seleccionada la técnica de tratamiento y valorización de residuos que se va a implementar, y de forma previa a la estructuración definitiva del proyecto, es necesario definir el modelo de administración

El análisis se realizó a través de una búsqueda de datos hallados en estudios de carácter local, regional e internacional,de las alternativas para la gestión de residuos sólidos y vinculados a la mitigación y adaptación del cambio climático. Inicialmente se buscaron datos e información sobre el contexto de la gestión de los residuos sólidos en los países de América Latina, para tener una visión general de la situación actual en la región y sus prioridades. Posteriormente, el análisis se enfocó en la búsqueda de casos de estudio de implementación de tecnologías innovadoras y sistemas exitosos de gestión de residuos sólidos en el resto del mundo, y procedió a evaluar la factibilidad de implementación de dichas propuestas en la RMSC.

Se establece que las tecnologías de clasificación a través de equipos mecánico biológicos son posibles como primer paso y luego encaminarse en tratamientos biológicos como el compostaje disminuyendo con ello los impactos ambientales de la cantidad de residuos que ingresa al relleno sanitario

Varios factores y parámetros fueron considerados como criterios de selección en la identificación y selección de las alternativas más adecuada de desarrollo en base a RSU, entre ellos se elaboró fichas técnicas comparativas entre 9 alternativas con 17 variables a tomar en cuenta.

Cuadro No. 52: Descripción de variables utilizadas para comparar alternativas

Metodología	Descripción	Variables Utilizadas
Análisis de Mercado	• Demanda, • Precios y vías de comercialización de los productos reciclados.	Estudios previos, entrevistas, análisis de gabinete.
Análisis Técnico	• Tipo de tratamiento, • Disponibilidad esperada de operación • Complejidad y condiciones técnicas adicionales • Vida útil • Calificación del personal • Capacidad , • Posibilidad de implementación modular.	7 variables técnicas que permiten la comparación entre alternativas que pueden ser verificadas en las fichas técnicas.
Análisis Económico	• Considerando costos de inversión inicial • Costos de operación y mantenimiento	2 variables económicas de comparación
Análisis Ambiental	• Requerimiento de monitoreo y laboratorios • Porcentaje de desviación de residuos	3 variables ambientales de comparación

	• Requisitos de implementación.	
Análisis Social	• Impacto en la comunidad • Participación de recicladores, • Creación de empleos • Movimiento económico generado	Variables integradas en comparativa de alternativas, y dos variables mas de cada una de las propuestas realizadas en el estudio
Análisis de Riesgos	• Ventajas comparativas • Desventajas comparativas entre las diferentes alternativas • Experiencia internacional • Estado del desarrollo de cada alternativa • Años de utilización comprobada • Número de instalaciones a nivel mundial	variables generales cualitativas que permiten definir ventajas y desventajas de cada alternativa

Fuente: Elaboración propia

La matriz anterior presenta una propuesta de metodología de análisis de viabilidad y de evaluación para la implementación de las técnicas descritas anteriormente, considerando los factores técnicos, económicos, ambientales, sociales y otros que determinan su operación exitosa dentro del contexto de la región.

Entrevistas con especialistas

Las alternativas encontradas a través de la información de estudios han sido analizadas y cruzadas con la información recolectada a través de varias entrevistas, comunicaciones con expertos y representantes de instituciones en el sector de residuos sólidos. (Ver anexos)

Gracias al intercambio de opiniones y comentarios de los expertos a través de entrevistas, experiencias, grupo focal y a la profundización de los aspectos técnicos, fue posible precisar la información recolectada para identificar las tecnologías más adecuadas para la Region Metropolitana de Santa Cruz, tomando en cuenta los factores limitantes y requisitos minimos actuales para poder ser implementadas con éxito.

Guías Nacionales e Internacionales (CEPAL, MMAyA etc)

La etapa de formulación del proyecto comprende los estudios básicos que permiten definir el problema o necesidad a solucionar, identificar las alternativas de solución, escoger la

alternativa, definir los objetivos, resultados, beneficiarios, la vinculación del proyecto con las políticas y planes de desarrollo, así como el análisis del área de influencia del proyecto.

La etapa de evaluación de proyectos se refiere a la evaluación financiera, costos y económico-social, con el propósito de determinar la utilidad o rentabilidad financiera y los efectos sociales y económicos que ejerce el proyecto planeado en la sociedad.

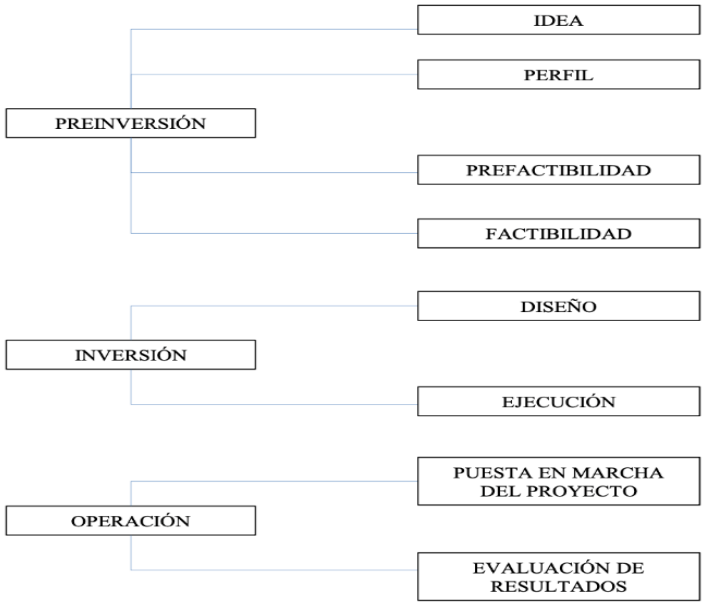
El ciclo de vida de los proyectos (véase el gráfico) comienza con la fase llamada preinversión, en la cual se realizan los estudios que permiten fundamentar la decisión de invertir.

En esta fase se realiza la formulación del proyecto de inversión, en la que se identifica el problema a resolver y se perfilan las alternativas de solución; se realiza la identificación, medición y valoración de costos y beneficios de cada alternativa y se calcula su rentabilidad. Para efectos prácticos el presente análisis se limita a la identificación de alternativas de valorización en base a RSU y procede luego a realizar recomendaciones de encarar las siguientes fases en otros trabajos de consultoría

La segunda fase del ciclo de los proyectos es la inversión propiamente tal, en la que se realiza el diseño y la ejecución de las obras.

Posteriormente el proyecto comienza su fase de operación, en la que se pone en marcha o se hace operar la producción o prestación de servicios que el proyecto provee.

Gráfico No. 26: Fases del ciclo de proyectos



Fuente: Elaboración propia.

Contenido de un Estudio de Identificación (EI):

Realizar el diagnóstico de una situación objetivo basado en indicadores y necesidades técnicas, sectoriales y beneficiarios locales para establecer la relación problema-proyecto.

Realizar el planteamiento y diseño de las alternativas técnicas de solución al problema.

Seleccionar la alternativa más adecuada desde el punto de vista técnico, económico,social, ambiental y legal.

Luego de formular las respectivas acciones para la solución del problema, se deben configurar alternativas viables y pertinentes.

Las acciones propuestas deben examinarse en varios aspectos:

- Analizar su nivel de incidencia en la solución del problema. Dar prioridad a las de mayor porcentaje de incidencia presumible.
- Verificar el grado de interdependencia entre las acciones propuestas y agrupar las que sean complementarias. Cada agrupación de acciones complementarias podrá configurar una alternativa.
- Verificar la factibilidad (física, técnica, presupuestaria, institucional, cultural) de las alternativas Tomando el ejemplo antes descrito, se plantea nuevamente árbol de objetivos.

7. EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

Como se mencionó previamente, el presente trabajo está enfocado en analizar las mejores alternativas de aprovechamiento y/o valorización de residuos de fuentes domiciliarias dentro de la región metropolitana.Por otro lado, también cabe mencionar que prácticamente el 100% de la fuentes domiciliarias no practica la separación en origen de los residuos por lo que esto llega a ser un factor determinante en la evaluación y elección de las alternativas/tecnológicas para tratamiento, aprovechamiento y valorización de los residuos dentro de la región metropolitana

Siguiendo la metodología del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) en el presente trabajo se realizó el análisis comparativo de ocho alternativas/tecnologías de valorización de residuos, en las que se incluyeron 19 variables (ver fichas técnicas) agrupadas en dimensión técnica, económica, ambiental, social y de gestión de riesgos.

Por todo lo anteriormente desarrollado y considerando la pirámide de jerarquización de residuos y la Ley Nº 755 de Gestión Integral de residuos Sólidos en donde se especifica que se deberá dar prioridad a alternativas que promuevan el reciclaje y compostaje por sobre el aprovechamiento energético, en ese sentido se recomienda como primer paso dentro de un ranking de valorización potencial ordenado por viabilidad avanzar en alternativas de valorización de la etapa inicial que impulsa la recuperación de materiales y los tratamientos biológicos, en primera..

Cuadro No. 53: Alternativas de valorización ordenadas por etapas de implementación

ETAPA	ALTERNATIVA
INICIAL	Reciclaje
	Tratamiento biológico- Compostaje
	Tratamiento biológico- Digestión anaerobia
	Tratamiento biológico- Térmico intensivo
INTERMEDIO	Coprocesamiento en hornos cementeros
	Manejo de RAEE
	Captación y valorización de biogás
AVANZADO	Tratamientos térmicos- Incineración

7.1. Tratamiento mecánico biológico.-

Las plantas de tratamiento mecánico biológico son muy aplicables para residuos de recolección mixta, es decir mezclados y no diferenciados. Básicamente consiste en procesos mecánicos manuales o automatizados en donde se busca la separación de las diferentes fracciones y características de residuos por ejemplo la fracción de orgánicos, los reciclables, voluminosos y los no aprovechables, toda vez que estos serán tratados y manejados posteriormente de manera diferente.

Sin embargo, la eficiencia de estas plantas también viene afectada por la gran variedad y mezcla de residuos de diferentes características y materiales. Por otro lado, si se tiene el objetivo de aprovechar los materiales y residuos, es necesario realizar su separación y para ello las plantas de separación mecánica y post tratamiento biológico de la fracción orgánica ofrecen una alternativa viable de implementación.

Cuadro No. 54: Ficha técnica: Tratamiento Mecánico Biológico

VARIABLE	FICHA TÉCNICA 1
VENTAJAS	Recuperación de materiales y reciclaje, alta desviación de residuos que favorece el valor económico de materiales aprovechables.
DESVENTAJAS	Varios procesos de tratamiento de residuos, los productos pueden no tener un mercado.
TIPO DE TRATAMIENTO	Tratamiento Mecánico- biológico

ESTADO DE DESARROLLO	Tecnología probada
AÑOS DE UTILIZACIÓN COMPROBADA	> 20 años.
NO. DE INSTALACIONES A NIVEL MUNDIAL	> 600
DISPONIBILIDAD ESPERADA DE OPERACIÓN	>8.000 h/año.
PORCENTAJE DE DESVIACIÓN DE RESIDUOS	Depende de la composición de los residuos y si vienen separados de la fuente. Si se fabrica CDR, la desviación puede ser de hasta el 70%.
COMPLEJIDAD Y CONDICIONES TÉCNICAS ADICIONALES	Media
CALIFICACION DEL PERSONAL	Personal calificado y capacitado para el manejo de maquinaria y la clasificación de residuos.
REQUERIMIENTOS DE MONITOREO Y LABORATORIOS	Ninguno
REQUISITOS DE FUNCIONAMIENTO O CONDICIONES PARA IMPLEMENTACION EXITOSA	Sistema de recolección de residuos separados en la fuente para garantizar la calidad de los reciclables, mercado para los reciclables.
COSTOS DE INVERSIÓN (CAPEX)	US$65/TPA - US$150/TPA.
COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO (OPEX)	US$32/Ton. - US$45/Ton. Según BID. US$15/Ton. Según GIZ.
VIDA ÚTIL	20 años.
CAPACIDAD	20.000 TPA - 500.000 TPA. >60.000 TPA para instalaciones con alta intensidad mecánica.
TECNOLOGÍA MODULAR	Si
PARTICIPACIÓN DE RECICLADORES	Los recicladores pueden ser integrados en el proceso de caracterización de los residuos.
EXPERIENCIA INTERNACIONAL DE IMPLEMENTACIÓN	**Experiencia internacional:** Ampliamente extendida **Experiencia regional:** Argentina (Buenos Aires, Córdoba) Brasil (SP, RJ,Curitiba etc), Chile(Santiago, Valparaiso), Peru (Arequipa, Lima), Colombia (Bogotá,Medellín)

Fuente: Hacia la valorización de residuos sólidos en América Latina. BID, 2022

Ventajas Económicas y Ambientales:

- La recuperación de materiales y el reciclaje aportan tanto a la economía circular como a la reducción de residuos. La alta desviación de residuos (hasta 70% según la composición y separación en origen) significa menos desperdicio enviado a vertederos, lo que reduce los costos de disposición y prolonga la vida útil de los vertederos.

- La tecnología de Tratamiento Mecánico-Biológico (TMB) es probada y ampliamente utilizada (>600 instalaciones), lo que indica su eficacia y confiabilidad.

Desafíos Económicos y Operacionales:

- La viabilidad económica puede verse afectada si los productos reciclados no encuentran un mercado. Esto subraya la importancia de desarrollar mercados locales o regionales para materiales reciclables.
- La necesidad de personal calificado y capacitado implica inversión en formación y mantenimiento de una fuerza laboral especializada.

Costos y Viabilidad Financiera:

- Los costos de inversión (CAPEX) y operación y mantenimiento (OPEX) son significativos, aunque son de los menores comparativamente a otras alternativas.
- La vida útil de 20 años y la capacidad modular de la tecnología permiten una adaptabilidad a largo plazo y a diferentes escalas de operación.

Aspectos Clave para la Implementación Exitosa:

- La separación de residuos en la fuente es crucial para asegurar la calidad de los reciclables, lo que requiere un esfuerzo significativo en educación y participación comunitaria.
- La inclusión de recicladores locales en el proceso no solo contribuye a la eficiencia del sistema, sino que también proporciona beneficios sociales al integrar a trabajadores informales en la economía formal.

La tecnología de Tratamiento Mecánico-Biológico ofrece claras ventajas ambientales y potenciales beneficios económicos, su éxito depende de factores como el desarrollo de mercados para reciclables, la educación y participación comunitaria, y la integración efectiva de trabajadores informales en el sistema comparativamente tiene costos inferiores a otras alternativas y su complejidad de condiciones técnicas adicionales de escala media lo hacen atractivo como etapa inicial para la valorización de residuos.

7.2. Tratamiento biológico- Digestión Anaerobia.-

El tratamiento biológico con digestión anaerobia busca aprovechar el biogás y más propiamente el metano producido durante la descomposición de la materia orgánica en condiciones anaeróbicas, como una fuente de aprovechamiento energético.

Si bien el principio es factible, para el aprovechamiento energético del biogás, este debe cumplir ciertas propiedades para mejorar su eficiencia. Esto conlleva a realizar procesos posteriores al biogás encareciendo en mayor o menor grado los proyectos de este tipo.

.

Por otro lado, para la aplicación de esta alternativa se necesita una separación previa que recupere la fracción orgánica para su posterior tratamiento en digestores.

Cuadro No. 55: Ficha técnica- Tratamiento Biológico Digestión anaerobia

VARIABLE	FICHA TÉCNICA 2
VENTAJAS	Un 25% de reducción de la cantidad de residuos que llega al relleno sanitario; generación de ~100-200 kWh/ton. neta de electricidad.
DESVENTAJAS	Tecnología compleja; se requiere la separación y el pretratamiento de la fracción orgánica; postratamiento de los residuos,; altos costos de inversión y operación.
TIPO DE TRATAMIENTO	Tratamiento biológico - Digestión anaerobia
ESTADO DE DESARROLLO	Tecnología probada
AÑOS DE UTILIZACIÓN COMPROBADA	> 25 años.
NO. DE INSTALACIONES A NIVEL MUNDIAL	> 120
DISPONIBILIDAD ESPERADA DE OPERACIÓN	>8.000 h/año.
PORCENTAJE DE DESVIACIÓN DE RESIDUOS	Si la fracción sólida de la digesta se utiliza como compost, el residuo que va al relleno sanitario se reduce entre un 50% y un 60%; de lo contrario, disminuye entre un 33% y un 38%
COMPLEJIDAD Y CONDICIONES TÉCNICAS ADICIONALES	Complejidad: Mediana-alta. Condiciones técnicas: La recolección requiere separación de los residuos en la fuente, temperatura estable para las condiciones óptimas de descomposición y generación de biogás.
CALIFICACION DEL PERSONAL	Personal calificado para la operación de la maquinaria y realización de monitoreos, y personal no calificado para procesar la materia prima.
REQUERIMIENTOS DE MONITOREO Y LABORATORIOS	Tasa de producción de biogás, la temperatura de la materia prima, el pH, la relación C/N, la composición del biogás (CH4, CO2, H2, O2, H2S), medidos en continuo el contenido de NH3- NH4 y contenido en ácidos grasos.
REQUISITOS DE FUNCIONAMIENTO O CONDICIONES PARA IMPLEMENTACION EXITOSA	Tarifa suficientemente alta para la electricidad generada a partir del biogás. Incorporación del biogás como fuente de energía no convencional dentro del mercado energético.Incentivo para biometano.
COSTOS DE INVERSIÓN (CAPEX)	Entre US$140/TPA – US$250/TPA, según escala del proyecto.
COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Entre US$20/Ton. – US$60/Ton
VIDA ÚTIL	25 años (con mantenimiento adecuado).

CAPACIDAD	20.000 TPA -240.000 TPA
TECNOLOGÍA MODULAR	Si
PARTICIPACIÓN DE RECICLADORES	Actividad complementaria y no sustituta de tratamiento para la fracción inorgánica.
EXPERIENCIA INTERNACIONAL DE IMPLEMENTACIÓN	**Experiencia internacional:**Europa y Norteamérica **Experiencia regional:** Argentina (Mendoza, Rosário) Brasil (Curitiba, Porto Alegre), Chile(Santiago, Valparaiso), Perú (Arequipa, Trujillo)

Fuente: Hacia la valorización de residuos sólidos en América Latina. BID, 2022

Ventajas Económicas y Ambientales:

- La reducción de hasta el 25% en la cantidad de residuos que llegan al relleno sanitario es significativa, ayudando a prolongar la vida útil de estos sitios y reducir los impactos ambientales asociados.
- La generación de aproximadamente 100-200 kWh/tonelada de electricidad netas representa una fuente renovable de energía, contribuyendo a la sostenibilidad energética y ofreciendo una potencial fuente de ingresos.

Desafíos Técnicos y Financieros:

- La tecnología es compleja y requiere de personal altamente calificado para su operación y mantenimiento. Esto implica una inversión continua en capacitación y gestión de recursos humanos.
- Los altos costos de inversión (CAPEX) y operación (OPEX) pueden representar una barrera significativa, especialmente para municipios o entidades con recursos limitados.

Requerimientos Operativos y de Implementación:

- La necesidad de separar y pretratar la fracción orgánica de los residuos implica un esfuerzo adicional en la gestión de residuos y educación comunitaria.
- Las condiciones técnicas adicionales, como la temperatura estable para la descomposición y generación de biogás, añaden complejidad al proceso.
- Para una implementación exitosa, es crucial una tarifa eléctrica suficientemente alta para la energía generada a partir del biogás y el reconocimiento del biogás como una fuente de energía no convencional en el mercado energético.

Aspectos de Sustentabilidad y Participación Social:

- La tecnología permite la participación de recicladores en actividades complementarias, lo que puede fortalecer la cadena de valor de los residuos y ofrecer beneficios sociales.
- La vida útil de 25 años y la capacidad modular de la tecnología facilitan su adaptabilidad y sostenibilidad a largo plazo.

En conclusión, la digestión anaerobia ofrece beneficios ambientales y potenciales económicos significativos, pero su implementación y operación requieren una gestión cuidadosa, inversión en capacitación y desarrollo de mercados para la energía generada.

7.3. Tratamiento Biológico Compostaje.-

El compostaje de la fracción orgánica es una alternativa ampliamente utilizada para el tratamiento de residuos en diversos países de América Latina y Europa. Su principal ventaja es la facilidad del tratamiento y los costos tanto de implementación como de operación. Sin embargo, las necesidades de espacio para el tratamiento pueden llegar a ser considerables.

Consiste en la descomposición aeróbica de la materia orgánica con la consiguiente emisión de CO2 y la reducción en la producción de lixiviados, lo cual se puede disminuir los efectos al medio ambiente con esta alternativa.

La calidad del material resultante del proceso de compostaje determinará en gran medida su factibilidad económica, así como el establecimiento de un mercado que demande el producto.

Cuadro No. 56. Ficha técnica- Tratamiento Biológico Compostaje

VARIABLE	FICHA TÉCNICA 3
VENTAJAS	Proceso relativamente simple y robusto; reducción significativa en el volumen de los residuos; menor duración del proceso y menos requisitos de espacio en comparación con el compostaje al aire libre; un mejor control sobre el proceso; menos emisiones.
DESVENTAJAS	Mayores costos de tratamiento en comparación con el compostaje al aire libre; el mercado para el compost debe desarrollarse.
TIPO DE TRATAMIENTO	Tratamiento biológico - Compostaje
ESTADO DE DESARROLLO	Tecnología probada.
AÑOS DE UTILIZACIÓN COMPROBADA	> 25 años.
NO. DE INSTALACIONES A NIVEL MUNDIAL	En operación más de 3.500 instalaciones
DISPONIBILIDAD ESPERADA DE OPERACIÓN	>8.500 h/año.
PORCENTAJE DE DESVIACIÓN DE RESIDUOS	Si se aprovecha el compost, la cantidad de residuos destinados al relleno sanitario se reduce entre un 25% y un 40%.

COMPLEJIDAD Y CONDICIONES TÉCNICAS ADICIONALES	Complejidad: Baja-media. Condiciones técnicas: Separación y pretratamiento de la fracción orgánica. El contenido de humedad de los residuos debe estar entre el 45% y el 60%.
CALIFICACION DEL PERSONAL	Personal calificado para la operación de la maquinaria y la realización de monitoreos de temperatura y humedad.
REQUERIMIENTOS DE MONITOREO Y LABORATORIOS	Temperatura, humedad, pH, relación C/N, porosidad
REQUISITOS DE FUNCIONAMIENTO O CONDICIONES PARA IMPLEMENTACION EXITOSA	Mercado para el compost/posibilidades para certificar el compost.
COSTOS DE INVERSIÓN (CAPEX)	Entre US$75/TPA – US$80/TPA.
COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Entre US$40/Ton. - US$45/Ton.
VIDA ÚTIL	20 años
CAPACIDAD	1.000 TPA - 200.000 TPA.
TECNOLOGÍA MODULAR	Si
PARTICIPACIÓN DE RECICLADORES	Actividad complementaria y no sustituta de sus actividades; posibilidad de emplear recicladores directamente en la planta de tratamiento para la clasificación de residuos.
EXPERIENCIA INTERNACIONAL DE IMPLEMENTACIÓN	Experiencia internacional ampliamente extendida (casi todos los países de sudamérica). Experiencia Nacional: La Paz, Tiquipaya,Camiri etc

Fuente: Hacia la valorización de residuos sólidos en América Latina. BID, 2022

Ventajas Económicas y Ambientales:

- El compostaje es un proceso relativamente simple, lo que facilita su implementación y mantenimiento.
- La reducción significativa en el volumen de residuos contribuye a una menor dependencia de los rellenos sanitarios, con un impacto ambiental positivo.
- La tecnología permite un mejor control sobre el proceso, lo que resulta en una mayor calidad del compost y menos emisiones, en comparación con el compostaje al aire libre.

Desafíos y Consideraciones Operativas:

- Al ser un proceso más sencillo que otras tecnologías de tratamiento de residuos, el compostaje tiene menores costos de tratamiento que otras alternativas.
- La necesidad de desarrollar un mercado para el compost es crucial para la viabilidad económica del proceso.

Requisitos Técnicos y de Implementación:

- La tecnología requiere la separación y pretratamiento de la fracción orgánica de los residuos, y el contenido de humedad de estos debe ser gestionado adecuadamente.
- La operación eficiente de una planta de compostaje necesita personal calificado para el manejo de maquinaria y la realización de monitoreos continuos.

Costos y Viabilidad Financiera:

- Los costos de inversión y operación son relativamente bajos en comparación con otras tecnologías de tratamiento de residuos.
- La vida útil de 20 años y la capacidad modular de la tecnología permiten una adaptabilidad y escalabilidad a diferentes necesidades y contextos.

Participación Social y Experiencia Internacional:

- La participación de recicladores puede ser una actividad complementaria, proporcionando oportunidades de empleo y mejor integración de estos trabajadores en la economía formal.
- La amplia experiencia internacional y en casi todos los países de Sudamérica demuestra la adaptabilidad de esta tecnología a diferentes contextos socioeconómicos y ambientales.

El compostaje como tratamiento biológico ofrece una opción viable y sostenible para la gestión de residuos orgánicos. Aunque su implementación requiere un esfuerzo inicial en términos de inversión y desarrollo de mercado para el compost, sus beneficios ambientales, la simplicidad operativa y la participación social lo convierten en una opción atractiva. La clave para su éxito radica en la gestión eficiente y en la creación de mercados sostenibles para los productos finales.

7.4. Tratamiento Biológico- Térmico intensivo

Cuadro No. 57 Ficha técnica- Tratamiento térmico intensivo

VARIABLE	FICHA TÉCNICA 4
VENTAJAS	Proceso relativamente simple y completo; reducción significativa en el volumen de los residuos; menor duración del proceso en comparación con las demás técnicas de compostaje y menos requisitos de espacio en comparación con las demás técnicas de compostaje al aire libre; control del proceso completamente automático.
DESVENTAJAS	Mayores costos de tratamiento, tanto en inversión como en operación, en comparación con las demás técnicas de compostaje.

TIPO DE TRATAMIENTO	Tratamiento biológico - Tratamiento térmico intensivo
ESTADO DE DESARROLLO	Tecnología emergente.
AÑOS DE UTILIZACIÓN COMPROBADA	5 años.
NO. DE INSTALACIONES A NIVEL MUNDIAL	Alrededor de 100 equipos
DISPONIBILIDAD ESPERADA DE OPERACIÓN	8.400 h/año.
PORCENTAJE DE DESVIACIÓN DE RESIDUOS	Si se aprovecha el compost, la cantidad de residuos destinados al relleno sanitario se reduce alrededor del 52% debido al completo aprovechamiento de la fracción orgánica.
COMPLEJIDAD Y CONDICIONES TÉCNICAS ADICIONALES	Complejidad: Baja o nula. Condiciones técnicas: Separación previa de la fracción orgánica.
CALIFICACION DEL PERSONAL	Personal capacitado para la operación del equipo.
REQUERIMIENTOS DE MONITOREO Y LABORATORIOS	Ninguno. La tecnología opera de forma automática.
REQUISITOS DE FUNCIONAMIENTO O CONDICIONES PARA IMPLEMENTACION EXITOSA	Sin información
COSTOS DE INVERSIÓN (CAPEX)	US$282,5/TPA.
COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO (OPEX)	US$1.000 – US$2.500 por año para un equipo que trata 500 kg de residuos por cada ciclo.
VIDA ÚTIL	15 años.
CAPACIDAD	36 TPA - 602 TPA.
TECNOLOGÍA MODULAR	No
PARTICIPACIÓN DE RECICLADORES	Actividad complementaria de la gestión integral de residuos sólidos; posibilidad de emplear recicladores directamente en la planta de tratamiento para la clasificación de residuos.
EXPERIENCIA INTERNACIONAL DE IMPLEMENTACIÓN	**Experiencia internacional:**Europa y Asia **Experiencia regional:** Argentina (Buenos Aires, Córdoba etc) Brasil (Ampliamente extendido), Chile(Santiago, Valparaiso), Peru (Lima, Arequipa)

Fuente: Hacia la valorización de residuos sólidos en América Latina. BID, 2022

Ventajas Económicas y Ambientales:

- El proceso ofrece una reducción significativa en el volumen de los residuos, lo cual es beneficioso para minimizar el impacto en los rellenos sanitarios.
- La menor duración del proceso y los requisitos reducidos de espacio son ventajas importantes en comparación con otras técnicas de compostaje, especialmente en áreas urbanas donde el espacio es limitado.
- El control completamente automático del proceso simplifica la operación y puede mejorar la consistencia y calidad del producto final.

Desafíos Técnicos y Financieros:

- Los costos más altos tanto en inversión como en operación representan un desafío significativo, especialmente para entidades con recursos limitados.
- La tecnología, siendo emergente y con solo 5 años de uso comprobado, puede presentar riesgos asociados a la falta de experiencia a largo plazo y posibles desafíos técnicos no anticipados.

Requerimientos Operativos y de Implementación:

- Aunque la tecnología opera de manera automática, sigue siendo necesaria la capacitación del personal para la operación eficiente del equipo.
- La separación previa de la fracción orgánica es un requisito crucial para el éxito del proceso.

Costos y Viabilidad Financiera:

- Los costos de inversión y operación, aunque altos, deben ser evaluados en función de los beneficios a largo plazo, como la reducción en el uso de rellenos sanitarios y la generación potencial de productos de valor agregado.
- La vida útil de 15 años requiere una planificación financiera a largo plazo para asegurar la sostenibilidad del proyecto.

Participación Social y Experiencia Internacional:

- La integración de recicladores en el proceso es una oportunidad para mejorar la eficiencia de la gestión de residuos y promover la inclusión social.
- La experiencia internacional en Europa y Asia, así como en regiones de Sudamérica como Argentina, Brasil, Chile y Perú, muestra la adaptabilidad de la tecnología a diferentes contextos.

El tratamiento biológico térmico intensivo ofrece beneficios significativos en términos de reducción de volumen de residuos y eficiencia del proceso. Sin embargo, los altos costos y la relativa novedad de la tecnología requieren una evaluación cuidadosa de los riesgos y beneficios por lo que para una primera etapa de valorización de residuos se da paso a otras alternativas como la planta MBT y el compostaje.

7.5. Tratamiento Térmico.-

El tratamiento térmico es una alternativa complementaria a las alternativas que buscan en primera instancia el aprovechamiento de los residuos, es decir es una alternativa para aquellos residuos que no han sido aprovechables.

Tiene bastante importancia en lugares o regiones donde las necesidades de espacio son limitadas. Por lo general son tecnologías más caras y que demandan una normativa específica para controlar su operación y los impactos al medio ambiente que generan.

Cuadro No. 58: Ficha técnica- Tratamiento térmico

VARIABLE	FICHA TÉCNICA 5
VENTAJAS	Recuperación de energía con la posible sustitución de los combustibles fósiles; recuperación de metales; reciclaje de cenizas; reducción significativa del volumen de desechos; eliminación completa de los residuos orgánicos; fuente de reducción de emisiones de GEI
DESVENTAJAS	Costos relativamente altos; un gran esfuerzo para la gestión de la aceptación del público; requerimiento de personal especializado.
TIPO DE TRATAMIENTO	Tratamiento térmico - Incineración con generación de energía o sin ella
ESTADO DE DESARROLLO	Tecnología probada.
AÑOS DE UTILIZACIÓN COMPROBADA	> 25 años.
NO. DE INSTALACIONES A NIVEL MUNDIAL	> 500
DISPONIBILIDAD ESPERADA DE OPERACIÓN	>8.000 h/año.
PORCENTAJE DE DESVIACIÓN DE RESIDUOS	El 75% si no se reciclan las cenizas del fondo para la fabricación de materiales de construcción y el uso de los metales recuperados. El 98% si se reciclan las cenizas del fondo.
COMPLEJIDAD Y CONDICIONES TÉCNICAS ADICIONALES	Media-alta.
CALIFICACION DEL PERSONAL	El personal debe estar capacitado para operar las plantas de incineración. Los operadores deben disponer de una educación técnica superior en distintas áreas del conocimiento, como ingeniería eléctrica, ingeniería mecánica e ingeniería química, preferiblemente.
REQUERIMIENTOS DE MONITOREO Y LABORATORIOS	Medición continua de las emisiones de polvo total, el muestreo y la medición del contenido de aire para PCDD/F y metales pesados . Control periódico de niveles de dioxinas y furanos en la salida de la chimenea.
REQUISITOS DE FUNCIONAMIENTO O CONDICIONES PARA IMPLEMENTACION EXITOSA	Prehomogeneización de los residuos en la fosa de residuos; homogeneización de aire en el horno; poder calorífico de los residuos superior o igual a 7 MJ/kg; valores inferiores requieren sistemas de secado previo.
COSTOS DE INVERSIÓN (CAPEX)	De US$500/TPA a US$700/TPA.
COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO (OPEX)	Entre US$65/Ton y US$90/Ton.
VIDA ÚTIL	20 años de vida económica; la vida técnica puede alcanzar 40 años.

CAPACIDAD	50.000 TPA/línea a 350.000 TPA/línea.
TECNOLOGÍA MODULAR	Modular, en escalas superiores (para una instalación de 300.000 toneladas como mínimo).
PARTICIPACIÓN DE RECICLADORES	Técnica complementaria y no sustituta de sus actividades
EXPERIENCIA INTERNACIONAL DE IMPLEMENTACIÓN	**Experiencia internacional:**Europa, Asia y Norteamérica **Experiencia regional:** Argentina (Rosario, Córdoba etc) Brasil (Ampliamente extendido), Colombia (Bogota, Cali), Perú (Lima, Arequipa)

Fuente: Hacia la valorización de residuos sólidos en América Latina. BID, 2022

Ventajas Económicas y Ambientales:

- La recuperación de energía es una ventaja significativa, ofreciendo la posibilidad de sustituir los combustibles fósiles y contribuir a una economía baja en carbono.
- La recuperación de metales y el reciclaje de cenizas pueden generar ingresos adicionales y reducir la necesidad de extracción de nuevos recursos.
- La incineración puede ser una fuente importante de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, en comparación con la disposición de residuos en vertederos.

Desafíos Técnicos y Financieros:

- Los costos de inversión y operación son altos, lo que puede ser una barrera para su implementación, especialmente en contextos con recursos limitados.
- La gestión de la aceptación pública puede ser un gran desafío debido a preocupaciones ambientales y de salud relacionadas con la incineración.
- Se requiere personal altamente especializado para la operación y mantenimiento de las plantas de incineración.

Requerimientos Operativos y de Implementación:

- Se requiere una prehomogeneización de los residuos y un adecuado control del proceso de incineración para garantizar una operación eficiente.
- Es crucial la medición continua y el control de las emisiones para asegurar que se cumplan los estándares ambientales y de salud.

Participación Social

- La incineración puede ser una técnica complementaria en la gestión integral de residuos sólidos, aunque no sustituye completamente otras actividades como el reciclaje.

En conclusión,el tratamiento térmico es una opción tecnológica para la gestión de residuos con múltiples beneficios ambientales y potencial económico. Sin embargo, su implementación requiere una cuidadosa consideración de los costos, la gestión de la

aceptación pública, y una operación y mantenimiento altamente especializados por lo cual en una escala de valoración se sugiere implementar en etapa más avanzadas, e iniciar previamente con otras alternativas

7.6. Tratamiento en hornos cementeros

El coprocesamiento en hornos cementeros como método de tratamiento de residuos sólidos ofrece varios beneficios y desafíos.

Como una tecnología de valorización energética también es complementaria a alternativas de aprovechamiento de residuos como los tratamientos biológicos y mecánicos.

Esta tecnología ya viene siendo implementada hace más de 20 años en otros países de América Llatina y ofrece oportunidades en el mediano plazo como una posibilidad de tratamiento de residuos no aprovechables o de descarte de los tratamientos mecánicos y biológicos.

Su aplicación depende entre otros factores del poder calorífico de los residuos y también de su contenido de humedad de manera de hacer más eficiente el tratamiento. Para ello los materiales deben pasar por procesos de acondicionamiento para ser introducidos dentro de los hornos que aprovecharán estos materiales.

Cuadro No. 59 Ficha técnica- Tratamiento en hornos cementeros (coprocesamiento)

VARIABLE	FICHA TÉCNICA 6
VENTAJAS	Recuperación de energía, con la posible sustitución de los combustibles fósiles; la reducción significativa del volumen de desechos después del tratamiento térmico; la completa eliminación de los residuos ingresados al sistema; la fuerte reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.
DESVENTAJAS	Altas inversiones requeridas. Fugas de emisiones.
TIPO DE TRATAMIENTO	Coprocesamiento en hornos cementeros
ESTADO DE DESARROLLO	Tecnología probada cuando se combina con incineración o cuando sus subproductos se usan como materia prima.
AÑOS DE UTILIZACIÓN COMPROBADA	Tecnología utilizada desde el siglo XX.
NO. DE INSTALACIONES A NIVEL MUNDIAL	Utilizada por varias cementeras a nivel mundial. Se desconoce un número aproximado de instalaciones.
DISPONIBILIDAD ESPERADA DE OPERACIÓN	100%.
PORCENTAJE DE DESVIACIÓN DE	48%, dependiendo de la composición de los residuos tratados.

RESIDUOS	
COMPLEJIDAD Y CONDICIONES TÉCNICAS ADICIONALES	Complejidad media/alta.
CALIFICACION DEL PERSONAL	Personal calificado para la operación de la maquinaria y la realización de monitoreos.
REQUERIMIENTOS DE MONITOREO Y LABORATORIOS	Concentraciones de NOx, CO, SOx, HCl y HF.
REQUISITOS DE FUNCIONAMIENTO O CONDICIONES PARA IMPLEMENTACION EXITOSA	Los residuos deben estar homogeneizados de forma de garantizar la continuidad de la combustión y la calidad del producto final.
COSTOS DE INVERSIÓN (CAPEX)	US$10/TPA - US$30/TPA. (dependiendo de la finalidad este costo puede variar).
COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO (OPEX)	US$10/Ton. - US$25/Ton.
VIDA ÚTIL	Sin información
CAPACIDAD	50.000 TPA aprox.
TECNOLOGÍA MODULAR	Si
PARTICIPACIÓN DE RECICLADORES	Sin participación.
EXPERIENCIA INTERNACIONAL DE IMPLEMENTACIÓN	**Experiencia internacional:**Europa, Asia y Norteamérica **Experiencia regional:** Argentina (Buenos Aires, Córdoba etc) Brasil (Ampliamente extendido), Colombia (Bogota, Cali), Chile (Santiago)

Fuente: Hacia la valorización de residuos sólidos en América Latina. BID, 2022

Ventajas Económicas y Ambientales:

- Recuperación de Energía: La sustitución de combustibles fósiles por residuos en los hornos cementeros es un beneficio significativo, tanto en términos de ahorro de costos de energía como en la reducción de la huella de carbono.
- Reducción del Volumen de Desechos: Una disminución significativa en el volumen de residuos tratados ayuda a reducir la dependencia de los rellenos sanitarios.
- Eliminación Completa de Residuos: Los residuos ingresados al sistema son completamente eliminados, lo que resulta en una gestión eficiente de los mismos.
- Reducción de Emisiones de GEI: La fuerte reducción en la emisión de gases de efecto invernadero es un aspecto crucial en el contexto del cambio climático.

Desafíos Técnicos y Financieros:

- Altas Inversiones: La implementación de este sistema requiere una inversión inicial considerable.
- Fugas de Emisiones: A pesar de la reducción general de emisiones, existe el riesgo de fugas, lo cual requiere un monitoreo y control rigurosos.

Requerimientos Operativos y de Implementación:

- Complejidad Técnica: El proceso requiere una gestión técnica competente para asegurar la eficiencia y seguridad del proceso.
- Personal Calificado: Es necesario personal especializado para operar la maquinaria y realizar monitoreos ambientales.
- Homogeneización de Residuos: Para garantizar la calidad del producto final y la continuidad de la combustión, los residuos deben estar bien homogeneizados.

Costos y Viabilidad Financiera:

- Costos de Inversión y Operación: Los costos, aunque significativos, son inferiores a los de otras tecnologías de tratamiento de residuos.
- Capacidad y Modularidad: Con una capacidad aproximada de 50,000 TPA y la posibilidad de implementación modular, esta tecnología puede adaptarse a diferentes escalas de operación.

En resumen, el coprocesamiento en hornos cementeros es una opción viable y eficiente para la gestión de residuos sólidos, ofreciendo beneficios significativos en términos de recuperación de energía y reducción de emisiones. Sin embargo, su implementación requiere una cuidadosa consideración de los costos de inversión y operación, así como una gestión técnica y ambiental competente para mitigar los riesgos de emisiones. La ausencia de participación de recicladores indica una necesidad de integrar esta tecnología en un enfoque más amplio de gestión de residuos que incluya otras formas de recuperación y reciclaje. Por lo cual en una escala de valorización de residuos se puede sugerir su implementación en una etapa intermedia de valorización .

7.7. Tratamiento y valorización de Biogás.-

Como una alternativa de valorización energética busca aprovechar el metano del biogás generado dentro de los rellenos sanitarios para producción de energía eléctrica, vapor de agua, calor y otros usos.
El relleno sanitario debe ser proyectado, operado y manejado de acuerdo a una planificación que incluya el aprovechamiento energético durante y posterior a la operación del relleno sanitario.
Su factibilidad depende de la cantidad del reservorio de gas, la calidad y la proporción del metano dentro del biogás del relleno sanitario.
Es una opción alternativa que podría analizarse en una segunda etapa toda vez que es una alternativa que no se enfoca en en el problema que se está intentando resolver en el presente estudio.

Cuadro No. 60: Ficha técnica- Tratamiento y valorización de Biogás

VARIABLE	FICHA TÉCNICA 7
VENTAJAS	Reduce el riesgo de explosión de rellenos sanitarios por acumulación de biogás. La comercialización del biogás puede ser una fuente de ingresos para la sostenibilidad del sistema.
DESVENTAJAS	Apta para rellenos sanitarios con capacidad mayor de 9.000 toneladas anuales.
TIPO DE TRATAMIENTO	Captación y valorización de biogás
ESTADO DE DESARROLLO	Tecnología probada.
AÑOS DE UTILIZACIÓN COMPROBADA	> 25 años.
NO. DE INSTALACIONES A NIVEL MUNDIAL	> 300.
DISPONIBILIDAD ESPERADA DE OPERACIÓN	85%.
PORCENTAJE DE DESVIACIÓN DE RESIDUOS	Sin información
COMPLEJIDAD Y CONDICIONES TÉCNICAS ADICIONALES	Complejidad media. Requiere adaptación de la infraestructura del relleno para la implementación o reestructuración de los sistemas de extracción de biogás.
CALIFICACION DEL PERSONAL	Personal calificado para la operación de la maquinaria y la realización de monitoreos.
REQUERIMIENTOS DE MONITOREO Y LABORATORIOS	Concentraciones de CO2, CH4, N2, N, H2, O2.
REQUISITOS DE FUNCIONAMIENTO O CONDICIONES PARA IMPLEMENTACION EXITOSA	Factible para rellenos sanitarios de gran capacidad.
COSTOS DE INVERSIÓN (CAPEX)	US$400.000 por cada 300 KW instalados.
COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO (OPEX)	Sin información
VIDA ÚTIL	20 años.
CAPACIDAD	Para rellenos sanitarios con más de 500.000 toneladas de residuos dispuestas.
TECNOLOGÍA MODULAR	Si
PARTICIPACIÓN DE RECICLADORES	Sin participación
EXPERIENCIA INTERNACIONAL DE IMPLEMENTACIÓN	**Experiencia internacional:**Europa, Asia y Norteamérica **Experiencia regional:** Argentina (Buenos Aires, Córdoba etc) Brasil (São Paulo, Rio de Janeiro etc), Colombia (Bogota, Medellin), Mexico (CDMX, Monterrey etc)

Fuente: Hacia la valorización de residuos sólidos en América Latina. BID, 2022

Ventajas Económicas y Ambientales:

- Reducción de Riesgos: La captación y valorización de biogás reducen significativamente el riesgo de explosión en rellenos sanitarios, mejorando la seguridad.
- Fuente de Ingresos: La comercialización del biogás representa una oportunidad económica, potencialmente haciendo el sistema de gestión de residuos más sostenible financieramente.

Desafíos Técnicos y de Escala:

- Limitación por Capacidad: La tecnología es más apta para rellenos sanitarios con una capacidad considerable (más de 9.000 toneladas anuales), lo que puede limitar su aplicabilidad en rellenos más pequeños o en regiones con menor generación de residuos.
- Complejidad Técnica: La adaptación o reestructuración de la infraestructura existente en los rellenos para la extracción de biogás añade complejidad al proceso**.**

Requerimientos Operativos y de Implementación:

- Calificación del Personal: Se necesita personal calificado para la operación efectiva de la maquinaria y la realización de monitoreos continuos.
- Monitoreo Ambiental: Es crucial monitorear las concentraciones de varios gases (CO_2, CH_4, N_2, N, H_2, O_2) para garantizar un funcionamiento eficiente y seguro.

Costos y Viabilidad Financiera:

- Costos de Inversión: Aunque los costos de inversión inicial son significativos, deben ser evaluados en el contexto de los beneficios a largo plazo, como la generación de ingresos a través de la venta de biogás.

En resumen, la valorización del biogás de residuos es una opción viable para una etapa intermedia para la gestión de residuos en rellenos sanitarios de gran capacidad. Ofrece beneficios ambientales significativos y potencial económico a través de la generación de energía renovable. Sin embargo, su implementación requiere una cuidadosa consideración de los costos de inversión, la necesidad de personal calificado y una gestión técnica y ambiental competente.

7.8. Manejo de aparatos electricos y electronicos (RAEE)

El manejo de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) representa un desafío y una oportunidad significativos en la gestión de residuos.

Esta alternativa de aprovechamiento debe ir en paralelo a la implementación de una alternativa de tratamiento a gran escala.

En los residuos de fuentes domiciliarias se ha determinado que la fracción de residuos eléctricos y electrónicos no es significativa (menos del 0,5%), sin embargo esto no significa que en la región metropolitana no se produzcan una cantidad considerable de estos residuos.

Si bien la escala es significativamente menor a la generación de otros tipos de residuos no hay que desestimar los impactos importantes dentro de la economía circular que una adecuada gestión de estos puede aportar tanto ambientalmente como económicamente al desarrollo de fuentes de empleos y negocios verdes.

Cuadro No. 61: Ficha técnica- Manejo de Aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE)

VARIABLE	FICHA TÉCNICA 8
VENTAJAS	Los RAEE representan un recurso muy importante que puede ser aprovechado con beneficios de tipo ambiental, económico y social
DESVENTAJAS	Necesidad de normativa y un sistema adecuado y estructurado de Responsabilidad extendida del productor
TIPO DE TRATAMIENTO	Manejo de RAEE
ESTADO DE DESARROLLO	Sistema probado
AÑOS DE UTILIZACIÓN COMPROBADA	> 20 años.
NO. DE INSTALACIONES A NIVEL MUNDIAL	Sin determinar.
DISPONIBILIDAD ESPERADA DE OPERACIÓN	No Aplica
PORCENTAJE DE DESVIACIÓN DE RESIDUOS	Solamente el 5 % de los componentes residuales no recuperados son depositados o incinerados sin generación de energía.
COMPLEJIDAD Y CONDICIONES TÉCNICAS ADICIONALES	Complejidad media/alta.
CALIFICACION DEL PERSONAL	Personal calificado.Después de la recolección, los RAEE son desmantelados manualmente en instalaciones especiales. Los componentes que contienen sustancias peligrosas son tratados como residuos peligrosos
REQUERIMIENTOS DE MONITOREO Y LABORATORIOS	No aplica
REQUISITOS DE FUNCIONAMIENTO O CONDICIONES PARA IMPLEMENTACION EXITOSA	La gestión más adecuada de los RAEE es la REP, la responsabilidad de las empresas que producen materiales eléctricos y electrónicos o que lo importan en Noruega. Importadores y productores han identificado las empresas para la recolección de los RAEE de acuerdo a los reglamentos. Los distribuidores están obligados a recuperar los RAEE y a informar

	los consumidores que lo están cumpliendo.
COSTOS DE INVERSIÓN (CAPEX)	Los costos de la recolección y tratamiento de los residuos RAEE son cubiertos para los importadores y productores
COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO (OPEX)	Sin información
VIDA ÚTIL	Permanente
CAPACIDAD	Sin información
TECNOLOGÍA MODULAR	No corresponde
PARTICIPACIÓN DE RECICLADORES	Si
EXPERIENCIA INTERNACIONAL DE IMPLEMENTACIÓN	**Experiencia internacional:**Europa, Asia y Norteamérica **Experiencia regional:** Argentina (Buenos Aires, Rosario etc) Brasil (São Paulo, Rio de Janeiro etc), Colombia (Bogota, Medellin), Perú (Lima)

Fuente: Hacia la valorización de residuos sólidos en América Latina. BID, 2022

Ventajas Económicas, Ambientales y Sociales:

- Recuperación de Recursos: Los RAEE contienen materiales valiosos que pueden ser recuperados y reintroducidos en la cadena de suministro, reduciendo la necesidad de extracción de nuevos recursos.
- Beneficios Ambientales: La correcta gestión de RAEE ayuda a evitar la contaminación ambiental causada por sustancias peligrosas contenidas en estos aparatos.
- Impacto Social: La recuperación y reciclaje de RAEE pueden crear oportunidades de empleo y fomentar la economía circular.

Desafíos y Requerimientos:

- Normativa y Responsabilidad Extendida del Productor (REP): Es crucial contar con una normativa adecuada y un sistema estructurado que incluya la responsabilidad extendida del productor para asegurar la gestión eficiente de los RAEE.
- Complejidad Técnica: La gestión de RAEE es compleja debido a la variedad de materiales y componentes, así como la presencia de sustancias peligrosas.
- Personal Calificado: Se requiere personal especializado para el desmantelamiento manual y el tratamiento seguro de estos residuos.

Aspectos Operativos y Financieros:

- Costos de Inversión: Los costos de recolección y tratamiento son generalmente cubiertos por los importadores y productores, lo que alivia la carga financiera sobre los gobiernos y comunidades.

- Modelo de Gestión: La adopción de modelos de responsabilidad extendida del productor, como se observa en Noruega, es crucial para la implementación exitosa de programas de gestión de RAEE.

Participación de Recicladores:

- Participación de Recicladores: La integración de recicladores en el proceso de manejo de RAEE no solo contribuye a la eficiencia del sistema sino que también apoya la inclusión social.

En resumen, el manejo de RAEE es una práctica vital para la gestión sostenible de residuos, ofreciendo beneficios ambientales, económicos y sociales. Su éxito depende de la implementación de políticas adecuadas, la involucración de productores e importadores en la gestión de estos residuos y la participación activa de recicladores y otros actores relevantes. La gestión eficiente de RAEE es un componente clave de un enfoque integrado y sostenible hacia la economía circular, que por su complejidad media alta y la necesidad de regulaciones se recomienda implementar en una etapa intermedia de valorización .

8. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS SELECCIONADAS:TRATAMIENTO MECÁNICO BIOLÓGICO MBT.

8.1. Análisis económico de alternativa MBT.

El reciclaje puede efectuarse de dos formas. La primera consiste en la separación de los componentes presentes en las basuras, para su recuperación directa, dando así origen a lo que se conoce como "recogida selectiva".

La segunda forma de efectuar el reciclaje es partiendo de los residuos mezclados brutos, o sea efectuando un tratamiento global de los residuos sólidos urbanos, como la trituración, cribado y clasificación neumática para lo concerniente a la preparación del residuo y separación de las fracciones ligeras; y sistemas de clasificación por vía húmeda, electromagnética, electrostáticos, ópticos y flotación por espumas para la obtención y depuración de metales, vidrio y otros materiales reciclables

Los tratamientos mecánico biológicos tienen como objetivo reducir los impactos ambientales generados por los residuos sólidos y considerar el aprovechamiento y valorización de los mismos. Llos fines de este tratamiento son :

- Pretratamiento de residuos enviados al relleno: trituración, separación en tromel, clasificación manual, física, electromagnética y óptica.
- Clasificación de residuos biodegradables y no biodegradables mediante separación mecánica destinados a aprovechamiento y valorización energética.

El propósito del tratamiento mecánico es recuperar materiales destinados al reciclaje o a la producción de combustible derivado de residuos (CDR), así como preparar o alistar los residuos para una fase de tratamiento posterior . Normalmente, el tratamiento mecánico de residuos se realiza en instalaciones para la recuperación de materiales.

Habida cuenta de la prioridad que tiene la valorización de recursos en la gestión, y considerando la normativa nacional y la importancia de incluir laboralmente a los y las recuperadores/as informales, se definió priorizar el reciclaje frente a otras alternativas, razón por la cual se decidió incorporar una planta de recuperación de materiales los productos valorizables que pueden obtenerse en tales escenarios son:

- Materiales reciclables,
- Enmiendas orgánicas y
- Energía (eléctrica, biometano y combustibles o biocombustibles derivados de residuos

Las plantas de tratamiento mecánico biológico (MBT por sigas en inglés), que permiten recuperar materiales reciclables así como materia orgánica y nutrientes, presentan mayores niveles de eficiencia y calidad de sus productos finales en la medida en que los residuos que ingresan hayan sido objeto de una mayor segregación en origen.

8.1.1. Costos de inversión inicial.

La siguiente tabla muestra el costo de inversión inicial para una planta MBT expresado en USD para una planta con capacidad de 365.000 Toneladas por año es decir 1000 tn/día.

Cuadro No. 62: Costos de inversión proyectados para planta MBT

INVERSIÓN USD	***46.629.512,80***
OBRA CIVIL	***18.297.607,77***
1.1 - Actividades generales	*1.062.174,29*
1.2 Actividad construcción planta pretratamiento y selección	*4.385.098,16*
1.4 Actividad construcción planta mecánico-biológica	*5.453.450,20*
1.7 Actividad de afino y almacén	*5.295.820,75*
1.9 Actividad Gestión lixiviados	*16.932,48*
1.10 Biofiltros	*2.047.242,59*
1.12 Sala de control	*36.889,31*
EQUIPOS MECÁNICOS	***28.331.905,02***
1.3 Equipos mecánicos	*11.440.671,33*
1.5 Equipos biológicos	*10.444.475,00*
1.6 Equipos de afino	*1.635.964,68*
1.8 Instalaciones	*2.181.156,47*

1.11 Maquinaria móvil	*2.629.637,55*

Elaboración propia (con base en MMAyA. Estudio de preinversión en GIRS para el Departamento de Santa Cruz)

Según los costos estimados se prevé un costo de 127 USD/ tn acorde a estudios previos (Hacia la valorización de residuos sólidos en América Latina y el Caribe. BID,2022) y la ficha técnica presentada que estipulan un rango de entre 65 y 150 USD/Tn.

8.1.2. Costos de operación y mantenimiento.

La siguiente tabla muestra el costo de operación y mantenimiento anual para una planta MBT expresado en USD para una planta con capacidad de 365.000 Toneladas por año

Cuadro No. 63: Costos de operación y mantenimiento proyectados para planta MBT

Total consumible	***1.705.112,23***
Total energía eléctrica	*1.455.589,10*
Costos agua potable	*60.248,73*
Costos gasolina	*189.274,40*
Personal	***793.103,00***
Costes mantenimiento	***4.662.951,29***
Monitoreo	***284.700,00***
TOTAL COSTOS DE OPERACIÓN USD	***7.445.866,51***

Elaboración propia (con base en MMAyA. Estudio de preinversión en GIRS para el Departamento de Santa Cruz)

Según los costos estimados se prevé un costo de 20,4 USD/ tn acorde a estudios previos (Hacia la valorización de residuos sólidos en América Latina y el Caribe. BID,2022) y la ficha técnica presentada que estipulan un rango de entre 15 y 45 USD/Tn.

Los costos de operación y mantenimiento de plantas de gestión integral de residuos sólidos pueden variar dependiendo de diversos factores como el tamaño de la planta, la tecnología utilizada, la cantidad y tipo de residuos tratados, la mano de obra requerida, entre otros.

Es importante tener en cuenta que estos costos pueden variar significativamente según las condiciones específicas que se determinen para la planta y una gestión adecuada puede permitir reducir costos de operación y mantenimiento de largo plazo.

8.1.3. Análisis costo beneficio

Es un método que permite la valoración de alternativas de inversión mediante la cuantificación monetaria de ingresos y costos, para la determinación de la rentabilidad en un horizonte temporal definido, de modo que sirva como guía en la toma de decisiones.

El ACB es el método por excelencia en la evaluación de proyectos de inversión En términos generales, esta modalidad considera los beneficios y costos de un determinado escenario tecnológico: evalua un flujo de fondos para obtener un valor de la generación de riqueza, evalúa el costo de oportunidad de asignar recursos a ese escenario y brinda la información necesaria para concluir si con su ejecución se obtendrán buenas condiciones para la inversión realizada.

Los beneficios y costos considerados incluyen únicamente a aquellos que son susceptibles de ser expresados en términos monetarios El flujo de beneficios y costos se basa en un estudio incremental, también denominado “con y sin proyecto”. Para analizar la conveniencia de realizar una inversión, principalmente se emplean el valor actual neto (VAN).

El Valor Actual Neto Económico (VAN) representa la equivalencia presente de los ingresos netos futuros actualizados a una determinada tasa de descuento, expresados a precios cuenta de eficiencia.

Cuadro No. 64: Cálculo de valor actual neto del proyecto

	Descripción	Usd/ Año
1	Inversión inicial	46.629.512,80
2	Costos de op y mantenimiento anuales	7.445.866,51
3	Ingresos estimados anuales	15.011.149,43
4	Ing- costos anuales	7.565.282,91
5	Tiempo de Recuperación años	6,16
6	Tasa descuento	12,67%
7	VAN	9.878.942,87

Fuente: Elaboración propia

Según la estimación del proyecto de la alternativa 1 se obtiene un VAN positivo de 9.878.942,87 la teoría indica que *Si el VAN es mayor o igual a cero, el proyecto es económicamente favorable.*

8.1.4. Análisis de sensibilidad.

De acuerdo al análisis de las variables y a las reuniones sostenidas con grupos de expertos, analizando las variables que pueden afectar el proyecto, las con mayor incidencia fueron:

- ***El precio de venta de materiales recuperados:*** *resultó con mayor sensibilidad, los precios de los materiales reciclables (papel, plástico, metales, etc.) pueden ser volátiles y dependen de factores externos al proyecto, por lo que se le debe dar mayor atención a esta variable*
- ***Costos de inversión****: Incluyendo la adquisición de terrenos, construcción, maquinaria y equipo. Cualquier variación en estos costos iniciales puede tener un impacto significativo en la viabilidad financiera del proyecto.*
- ***Costos operativos****: Como los costos de mano de obra, mantenimiento, energía, tratamiento de lixiviados y emisiones, y gestión de residuos finales.*

8.1.5. Cantidad de dinero generado.

El presupuesto de ingreso queda conformado por el dinero de la venta de material reciclado como es papel, cartón , plástico y metales en esta primera parte y luego de compost que se analizará como segunda alternativa .

Cuadro No. 65: Cantidad de dinero generado por planta de separación mecánica biológica

	Tipo de residuo reciclable	Precio kg/Bs	Cantidad kg/dia	Monto Bs/año	Monto USD/Año
1	Plásticos	2,02	67.000,00	49.399.100,00	7.097.571,84
2	Vidrio	1,03	23.000,00	8.646.850,00	1.242.363,51
3	Aluminio y otros metales	5,70	13.000,00	27.046.500,00	3.885.991,38
4	Papel y cartón	1,13	47.000,00	19.385.150,00	2.785.222,70
	Total		150.000,00	**104.477.600,00**	**15.011.149,43**

Fuente: Elaboración propia

Según los cálculos realizados el potencial de generación económica de la alternativa 1 es de Bs.-104.4 millones, lo que significa al tipo de cambio actual más de 15 millones de USD al año.

Se proyecta una venta inicial del 50% hasta alcanzar la venta de 100% de los productos vendidos.

8.1.6. Análisis de tiempo de recuperación de inversión

Se llama así al período que se establece para evaluar los beneficios y los costos atribuibles al proyecto. El Horizonte de Evaluación está determinado por la suma de las etapas de inversión y de operación y mantenimiento. Cabe mencionar que el horizonte de evaluación considerado para la primera alternativa es de residuos sólidos será de 20 años, contados a partir de que el proyecto comienza a generar beneficios.

El tiempo de recuperación de inversión para una planta de separación mecánico biológica (MBT) de residuos sólidos depende de múltiples factores, sin embargo, basado en estudios y proyectos previos se puede considerar:

Factores que influyen en el periodo de recuperacion de inversion :

- Inversión Inicial: Las plantas MBT pueden variar significativamente en términos de tecnología y capacidad, lo que afecta la inversión inicial requerida.
- Costos Operativos: Estos incluyen salarios, mantenimiento, energía, tratamiento de subproductos, entre otros.
- Ingresos: Pueden originarse de tarifas por tratamiento de residuos, venta de materiales reciclables, venta de compost, y en algunos casos, de la venta de energía o biogás.
- Incentivos y subvenciones: En algunos lugares, las plantas MBT pueden beneficiarse de incentivos gubernamentales, créditos fiscales o subsidios que aceleran la recuperación de la inversión.
- Regulación Local: Las regulaciones que penalizan el vertido de residuos o que promueven la recogida selectiva y el reciclaje pueden mejorar la rentabilidad de las plantas MBT.
- Escala del Proyecto: Las plantas más grandes pueden beneficiarse de economías de escala, aunque también conllevan mayores riesgos y mayores inversiones iniciales.
- Tamaño de la planta
- Cantidad de residuos sólidos a tratar

Basado en datos de la industria y estudios de casos a nivel regional, el periodo de recuperación de inversión para plantas MBT puede variar entre 5 a 10 años. Según un estudio realizado por la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA), el tiempo de recuperación de inversión promedio de una planta de separación mecánico biológica de residuos sólidos en América Latina es de 5,5 años.Otro estudio, realizado por la Organización Panamericana de la Salud (OPS), encontró que el tiempo de recuperación de inversión promedio de una planta de separación mecánico biológica de residuos sólidos en Chile es de 7,5 años. Este estudio analizó un total de 5 plantas de este tipo ubicadas en el país.

Es crucial subrayar que esta es una estimación general. Para obtener un cálculo preciso del periodo de recuperación de inversión para un proyecto específico, es necesario realizar un estudio de viabilidad detallado que considere todas las variables en un estudio a diseño final y evaluación TESA específico.

Considerando la inversión inicial estimada mencionada anteriormente y el flujo de efectivo neto anual nos da como resultado un estimado de poco más de 6 años de recuperación de inversión.

Cuadro No. 66: Estimación de tiempo de recuperación de inversión.

	Descripción	Usd/ Año
1	Inversión inicial	46.629.512,80
2	Costos de op y mantenimiento	7.445.866,51
3	Ingresos estimados	15.011.149,43
4	Ing- costos	7.565.282,91
5	Recuperación	6,16

Fuente: Elaboración propia

8.1.7. Analisis de compra venta de residuos aprovechables

El mercado de materiales reciclables está influenciado por los precios y las variación de los mercados internacionales.

Las oportunidades para recolectar, recuperar, procesar y reciclar los residuos han permitido, en los últimos años, un importante crecimiento y desarrollo del mercado del reciclaje en Bolivia en general y particularmente en la RMSC

Segun un estudio realizado por swisscontact para EMACRUZ la identificación de volúmenes de materiales reciclables comercializados mensualmente, a nivel municipal estima que en el Municipio de Santa Cruz de Sierra, mensualmente, se comercialización 5.578,16 toneladas: donde el sector de negocios verdes (Intermediario) tiene el mavor porcentaje de participación en el mercado (55%), seguido del sector Empresarial (42%) y finalmente el sector de los Recuperadores de Base (3%)

Según el estudio realizado por la cámara Nacional de Industrias los tipos de materiales reciclables con mayor porcentaje de comercialización a nivel de RMSC son los metales ferrosos y no ferrosos con un 45,98% seguido de plásticos con 32,04% y cartón 19,17 finalmente papel con 2,53 y neumaticos con apenas un 0,27%.

Los materiales tipo llantas no cuentan con demanda referida a compra las empresas identificadas adquieren estos materiales en calidad de donación

La oferta y demanda de materiales reciclables puede contextualizarse a nivel, municipal, nacional y también internacionalmente, esto debido a que muchos de estos materiales que no se utilizan en el país,son exportados.
El mercado de materiales reciclables, a nivel nacional, está fuertemente influenciado por los precios y las variaciones de los mercados internacionales.

8.1.8. Cantidad de empleos generados por alternativa 1

La estimación de empleos que puede generar una planta de tratamiento mecánico biológico (MBT) depende de diversos factores, incluyendo la capacidad de la planta, la tecnología utilizada, la organización del trabajo, y las prácticas laborales.

Los empleos que puede generar una planta de tratamiento mecánico biológico MBT Según un estudio realizado por la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA), una planta de tratamiento mecánico biológico MBT de tamaño mediano (con una capacidad de procesamiento de 500 toneladas por día es decir 180.000 T/año) puede generar aproximadamente 100 empleos directos. Si se consideran los empleos indirectos e inducidos, la planta puede generar un total de entre 200 y 300 empleos.

Según este estudio un parámetro general sobre la generación de empleos directos en plantas MBT:

- **Plantas de pequeña escala** (capacidad de hasta 50,000 toneladas por año): Entre 20 y 40 empleos directos.
- **Plantas de escala media** (capacidad de 50,000 a 200,000 toneladas por año): Entre 40 y 100 empleos directos.
- **Plantas de gran escala** (capacidad de más de 200,000 toneladas por año): Más de 100 empleos directos, pudiendo alcanzar varios cientos en las instalaciones más grandes.

Algunas estimaciones específicas de los empleos que pueden generar las diferentes categorías de empleos:

- Empleos directos:
  - Operadores de equipos
  - Personal de mantenimiento
  - Personal de administración
- Empleos indirectos:
  - Proveedores de servicios
  - Contratistas
- Empleos inducidos:
  - Gasto de los trabajadores
  - Gasto de los consumidores

El multiplicador de generación de empleo indirecto es un indicador que mide la cantidad de empleos indirectos generados por cada empleo directo en el sector del reciclaje. Este indicador se utiliza para estimar el impacto económico del reciclaje en la generación de empleo.

Según un estudio realizado por la Organización Internacional del Trabajo (OIT), el multiplicador de generación de empleo indirecto en la gestión de residuos es de 2,5. Esto significa que cada empleo directo en el sector del reciclaje genera 2,5 empleos indirectos. Este mismo estudio establece que por cada empleo directo se generan 1.5 empleos inducidos.Todos estos datos según el dimensionamiento de la alternativa en cuestión nos llevan a la conclusión que se pueden generar:

- 100 empleos directos
- 250 empleos indirectos
- 150 empleos inducidos

Haciendo un total de hasta 500 empleos.

El multiplicador de generación de empleo indirecto en el reciclaje es mayor que el multiplicador de generación de empleo indirecto en otros sectores económicos. Esto se debe a que el sector del reciclaje genera una demanda de servicios en una amplia gama de sectores, como el transporte, la alimentación y el alojamiento.

Según un estudio (OIT ,2012,Empleos verdes para un desarrollo sostenible, El caso Español) el empleo del sector de gestión y tratamiento de residuos se caracteriza por un bajo nivel de cualificación profesional. El 56% de los empleados del sector posee el bachillerato, una titulación básica o no poseen titulación. El porcentaje de trabajadores con estudios de formación técnica asciende al 27%, mientras que solo el 17% posee estudios universitarios.(OIT 2012).

Si extrapolamos los datos anteriores de los 100 empleos generados de forma directa por la alternativa en cuestión, se generaron pagos de sueldos por más de 4.8 millones de Bs anuales podríamos disgregados de la siguiente manera:

- 56 trabajadores contarian con el sueldo mínimo nacional de Bs.-2362 (Generando movimiento económico de más de 1.7 millones de Bs. anuales)
- 27 trabajadores contarian con un sueldo de técnico aproximado de Bs.- 4500 (Generando pagos por más de 1.58 millones de Bs anuales)
- 17 Trabajadores con títulos profesionales con sueldo promedio de Bs.- 8000 (Generando pagos por más de 1.76 millones de Bs anuales)

Por sus impactos sociales, económicos y ambientales, las actividades de gestión, tratamiento y reciclaje de residuos son un área clave de la economía verde en la RMSC

El sector presenta importantes perspectivas para la expansión de los empleos verdes. De las modalidades más comunes de tratamiento de residuos, el reciclaje crea más empleo por unidad de residuos tratados.

8.2. Volumen actual y proyectado de residuos.

El éxito de una Planta de Tratamiento Mecánico Biológico consiste en la separación y recuperación de los diversos tipos de materiales según sus características con destino a un aprovechamiento y valorización.

El análisis y obtención de las cantidades de residuos a ser aprovechados por la Planta MBT fueron calculados en base a datos de estudios de caracterización de residuos realizados en los municipios.

Para el dimensionamiento de una planta MBT no sería factible para la totalidad de la generación de la región metropolitana, por los altos costos de inversión y operación, además de que paralelamente se deben prever los factores legales, administrativos, presupuestarios.

La capacidad de procesamiento propuesta para la planta MBT inicialmente será de 1.000 toneladas de residuos de fuentes domiciliarias por día.
Las cantidades esperadas de procesamiento al año se estiman en 365.000 toneladas al año.

Cuadro No. 67: ***Cantidad de residuos procesados y productos esperados***

Capacidad de procesamiento diaria (T/día)	Capacidad de procesamiento anual (T/día)	Productos y materiales obtenidos					
		Voluminosos (T/día)	Especiales y peligrosos (T/día)	Orgánicos y suelos finos para bioestabilización aeróbica (T/día)	Reciclables (T/día)	No aprovechables (T/día)	Descarte (T/día)
1.000	365.000	14,4	8,6	529	150	150	148
Cantidad anual (T/año)		5.256	3.319	193.085	54.750	54.750	54.020

Fuente: *Elaboración propia*

Los valores anteriormente mostrados corresponden al universo de residuos con potencial de aprovechamiento para residuos sólidos de fuentes domiciliarias incluidos en 1.000 toneladas de residuos domiciliarios.

8.3. Análisis de propiedades y características de materiales.

Una Planta de Tratamiento Mecánica Biológico es una combinación tanto de tratamiento de forma mecánica de los residuos como la incorporación de un tratamiento biológico posterior dependiendo de las características de ellos.

Para la primera etapa, que consiste en la separación mecánica de los residuos de acuerdo a sus características, el cual se lleva a cabo por diferentes métodos, sensores y módulos no representa una mayor dificultad o complejidad el estado inicial de los residuos introducidos a la línea de separación.

En consecuencia, una de las principales ventajas del tratamiento mecánico y de estas plantas en general, es que tratan residuos de una recolección mixta es decir, que vienen mezclados y de todo tipo y tamaño.

Es de esperar que cuanto mejor vengan separados desde la fuente, la planta tendrá una mejor eficiencia dentro del proceso mecánico de separación, puesto que si bien tienen un satisfactorio desempeño es normal que en los residuos donde exista mucha diversidad algunos de ellos se logre filtrar entre residuos de diferentes características generando cierta cantidad de impropios en los procesos posteriores.

Los residuos y materiales ya procesados vuelven a pasar como mínimo una vez más para completar la eficiencia de la separación y disminuir la cantidad de impropios.

De igual forma, dependiendo de la cantidad de finos que puedan contener las bolsas de residuos domiciliarios puede significar en una disminución en la calidad de los productos obtenidos en los procesos posteriores orientados al aprovechamiento. De ahí que es recomendable que se pueda introducir al proceso con la menor cantidad de finos posibles.

8.4. Procesos de la planta MBT.

Se propone que la planta MBT trate inicialmente 1.000 toneladas de residuos domiciliarios al día lo cual representa aproximadamente el 50% de la generación total en la región metropolitana. Se ha comprobado de bibliografía y experiencias en otros países que este tipo de plantas no tratan la totalidad de la generación en donde se instalan siendo la proporción menor el 50% de los residuos generados en un inicio e incrementándose en proporciones mayores conforme la planta va operando.

Se propone conforme a los tipos de residuos y la composición de los mismos identificados en los estudios de caracterización que el aprovechamiento y valorización se centrará principalmente en los residuos orgánicos debido a la cantidad de proporción y en segundo lugar a los residuos con características reciclables (plásticos, metálicos, no metálicos, cartón, papel. vidrio).

Para la fracción no aprovechable se deberá plantear la alternativa de su empleo como combustibles derivados de residuos (CDR) de acuerdo a un análisis de factibilidad económica y ambiental.

Se propone la implementación de un sistema multifuncional semiautomatizado para la clasificación de residuos sólidos urbanos (RSU) mixtos y de procesos de separación en origen. Este sistema cuenta con procesos semiautomáticos de separación de fracciones de materia prima con un alto nivel de eficiencia, logrando separar más del 85% del contenido de los residuos suministrados a la línea. Además, se propone la incorporación de un sistema de estabilización biológica con proceso de compostaje.

El sistema propuesto consiste inicialmente en una separación manual en donde se identificarán y separarán de manera manual los residuos voluminosos consistentes en escombros, elementos cerámicos y similares que serán acopiados previamente para ser llevados a un procesos de trituración para su reutilización en estabilización de calles, caminos vecinales o según se determine. La separación de residuos voluminosos también separará los residuos que puedan perjudicar los procesos posteriores debido a sus dimensiones.

Esta preselección o separación manual primaria también será la responsable de identificar y separar (en cuanto sea posible) los residuos especiales como ser los electrónicos y peligrosos de fuentes domiciliarias como pilas, baterías, celulares, controles remoto y similares. Se propone que los residuos electrónicos recuperados sean enviados a negocios verdes registrados y autorizados para el tratamiento y aprovechamiento de este tipo de residuos.
Para los residuos con características peligrosas deberán tratarse de acuerdo a ello y se propone realizar el almacenamiento en condiciones seguras o su confinamiento en celdas de seguridad.

Los residuos que pasen a la separación mecanizada automática serán separados en tres fracciones de acuerdo a sus características:

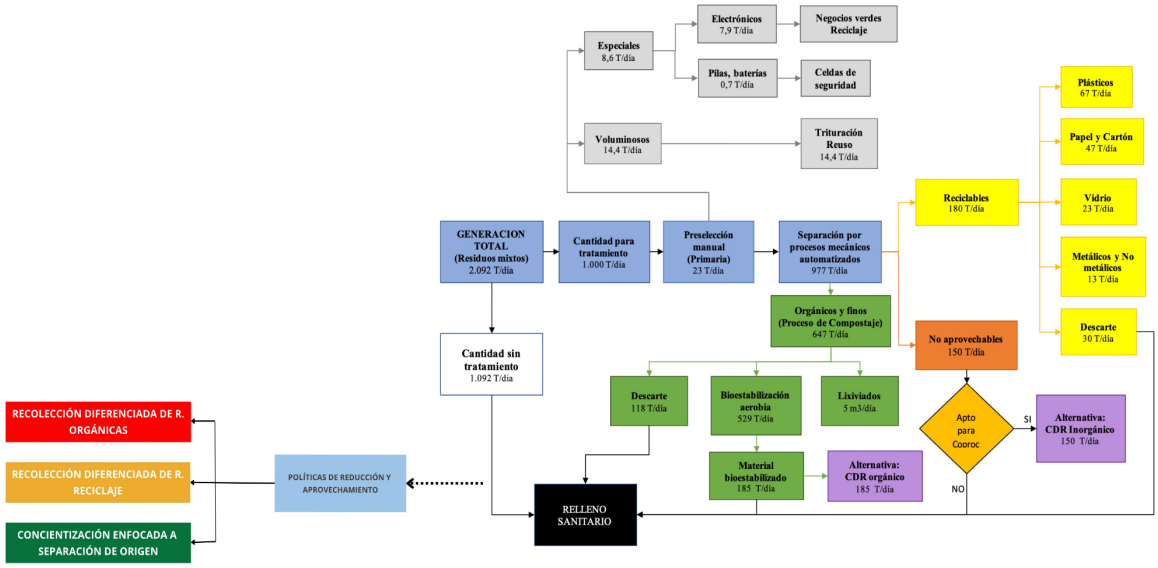
Residuos orgánicos y finos: Serán separados en los tromeles de separación y conducidos hacia el tratamiento biológico de manera conjunta que buscará la estabilización de los materiales a través de un proceso aerobio.
El resultado obtenido de este proceso será un material bioestabilizado el cual habrá reducido su volumen inicial y podrá analizarse la viabilidad de ser utilizado como combustible derivado de residuos como una manera de valorización o simplemente su utilización como material de cobertura intermedia en el relleno sanitario.
Conforme se establezcan los mecanismos de separación en origen la fracción orgánica de los residuos en fuentes domiciliarias las cantidades de tratamiento de esta línea tenderían a ser cada vez menores.

Residuos reciclables: Serán separados por medios mecánicos según sus diferentes características en plásticos, papel, cartón, metálicos y no metálicos, vidrio con destino a un aprovechamiento mediante el reciclaje. Estos materiales deberán pasar por la línea de separación dos veces mínimamente, para reducir la cantidad de impropios y mejorar la eficiencia de recuperación. Posteriormente se deberá realizar una segunda separación manual al final de la línea de separación automática de manera de que el aprovechamiento sea máximo.
Los materiales recuperados serán destinados al mercado del reciclaje para su aprovechamiento y valorización.

Residuos no aprovechables: Los residuos no aprovechables constituidos principalmente por residuos sanitarios como papel, pañales y material textil como ropa, zapatos, calzados de goma y cuero serán separados desde la preselección hasta pasar por la separación mecanizada.Estos materiales son los que dificultan el procesos de aprovechamiento de los dos anteriores y que juegan un papel importante en la eficiencia en la recuperación de los materiales orgánicos y reciclables. Tanto menor sea su fracción mejorará la eficiencia de la planta.
Para el futuro tratamiento de ellos deberá analizarse la alternativa de viabilidad técnica, económica y ambiental para ser utilizados como combustibles derivados de residuos (CDR) y si existe el mercado que demande este tipo de insumo. De igual manera debe regularse el empleo de este tipo de combustible considerando los criterios de cumplimiento para su utilización como de sus efectos en el medio ambiente.

Se plantea el siguiente diagrama de flujo de procesos:

Gráfico No. 27: Diagrama flujos de procesos de la Planta de Tratamiento Mecánica Biológica (MBT)



Fuente: *Elaboración propia*

8.5. Análisis social de separación mecánica biológica.

Se detallaron los principales indicadores de impacto social, especialmente en lo referido a la generación de empleo permanente y/o eventual y empleo directo e indirecto, como resultado de la ejecución del proyecto también se cuantificó la generación económica del proyecto.

Las plantas de tratamiento mecánico biológico (TMB) de residuos sólidos tienen una serie de beneficios o impactos sociales, entre los que se incluyen:

- **Mejora de la salud pública:** Las plantas de TMB pueden ayudar a reducir la cantidad de residuos sólidos que se envían a los rellenos sanitarios. Los rellenos sanitarios pueden ser focos de contaminación, ya que producen gases de efecto invernadero, lixiviados y otros contaminantes. Las plantas de TMB pueden ayudar a reducir estos impactos ambientales, lo que puede mejorar la salud pública al disminuir problemas asociados con la proliferación de vectores (ratas, mosquitos etc) y la contaminación del agua subterránea
- **Creación de empleos:** Las plantas de TMB generan empleos directos, indirectos e inducidos. Este tema se aborda de manera especifica anteriormente en el documento

- **Formación y capacitación**: Al implementar tecnologías modernas y prácticas de gestión, se brindan oportunidades de formación y desarrollo de habilidades para los trabajadores locales.
- **Recuperación de recursos:** Las plantas recuperan recursos de los residuos sólidos, como papel, plástico, metales y compost. La recuperación de recursos ayuda a reducir la demanda de recursos naturales, lo que tiene un impacto positivo en el medio ambiente.
- **Reducción de la contaminación:** Las plantas de TMB ayudan a reducir la contaminación del aire y del agua. Los rellenos sanitarios pueden producir gases de efecto invernadero, lixiviados y otros contaminantes que pueden contaminar el aire y el agua. Las plantas de TMB pueden ayudar a reducir estos impactos ambientales.
- **Promoción de la sostenibilidad:** Las plantas de TMB pueden ayudar a promover la sostenibilidad al reducir la cantidad de residuos que se envían a los rellenos sanitarios, recuperar recursos y reducir la contaminación.La operación de estas plantas promueve la reutilización y reciclaje de materiales, contribuyendo a la transición hacia una economía circular
- **Educación ambiental**: Estas instalaciones pueden actuar como centros educativos para comunidades y escuelas, aumentando la conciencia sobre el manejo adecuado de residuos y la importancia del reciclaje y la compostación
- **Integración de recolectores informales**: En muchas regiones, existen recolectores informales de residuos. Una planta MBT puede ofrecer oportunidades para integrar a estos trabajadores en el sistema formal, ofreciéndoles mejores condiciones laborales y de vida.

8.6. Análisis ambiental de alternativa MBT.

La evaluación de impacto ambiental deberá realizarse en el marco de la ley 1333 y la reglamentación conexa.

La evaluación de impacto ambiental requiere estudios preliminares específicos y la ingeniería de detalle de manera que los impactos puedan ser identificados con precisión así como las medidas de mitigación que serán planteadas para eliminar o mitigar dicho impactos.

Según la legislación nacional y el decreto supremo Nª 3856 la categoría ambiental para un proyecto de una planta de separación mecánica con tratamiento biológico posterior sería categoría 3.

Esto implica la elaboración de un documento denominado Programa de Prevención y MItigación y Plan de Aplicación y seguimiento Ambiental (PPM-PASA), incluso deberá ser gestionada y obtenida la correspondiente Licencia para Actividades con Sustancias Peligrosas teniendo en cuenta que durante la bioestabilización aerçobica de la materia

orgánica se generarán y se manejarán los lixiviados que es un compuesto tóxico y corrosivo.

Se presenta un análisis preliminar de las actividades realizadas durante el proyecto con sus respectivos impactos ambientales generados en cada una de ellas.

Dentro de las etapas del proyecto se identifican las siguientes actividades generales:

Etapa de Ejecución:

- **Instalación de faenas y Movilización.-** Engloba todas las actividades y tareas necesarias para la instalación y movilización de materiales, insumos y recursos humanos para la construcción de la planta MBT al lugar de instalación.
- **Desbroce y excavaciones.-** Comprende el acondicionamiento del terreno, las excavaciones y movimiento de tierra necesarios para la implementación de la planta y de la infraestructura complementaria necesaria.
- **Construcción de estructuras e instalación de equipos.-** Constituyen todas las tareas necesarias para la construcción de infraestructura y armado del equipamiento de la planta MBT, pruebas, hasta su puesta en marcha.
- **Limpieza final.-** Aplica a la limpieza final de obra e inicio de la etapa de operación.

Etapa de Operación:

- **Carga de residuos a la planta.-** Es la actividad que engloba las maniobras para la carga de los residuos sólidos en fuentes domiciliarias que alimentan la planta.
- **Separación Manual.-** Consiste en la separación manual con personal calificado de todos los residuos que son considerados peligrosos y voluminosos y que no deberían ingresar a la línea de separación mecánica automatizada.
- **Separación mecánica automatizada.-** Comprende la separación por diferentes medios mecánicos de los residuos en la fracción orgánica, y los diferentes materiales reciclables como plásticos, papel, cartón, metálicos, no metálicos y vidrio. Por otro lado, la fracción de residuos no aprovechables también son recuperados para su posterior tratamiento o disposición final.
- **Tratamiento biológico.-** Aplica a todas las actividades realizadas para la estabilización biológica aeróbica de la fracción orgánica recuperada de la separación mecanizada. El método sugerido es a través de pilas aireadas mecánicamente de las cuales se obtendrá un material estabilizado para su proceso posterior de biosecado para transformarlo en combustible derivado de residuos o su disposición final en el relleno sanitario como cobertura intermedia.
- **Almacenamiento y procesamiento de materiales reciclables.-** Este proceso engloba las actividades de procesamiento de materiales reciclables como prensado, enfardado, embolsado y además el almacenamiento de los mismos para su transporte hacia las plantas de reciclaje y/o lugar de disposición final.

- **Transporte de residuos descartados a disposición final.-** Esta actividad se refiere al transporte de los residuos de descarte de la planta MBT hacia su disposición final en el relleno sanitario.

Impactos ambientales identificados y medidas de mitigación.-

La presente evaluación de impactos y planteamiento de medidas de mitigación se basa en los criterios establecidos en la metodología de la resolución administrativa VMABCCGDF Nº 028/2018 Metodología de Identificación de Impactos Ambientales del Ministerio de Medio ambiente y Agua.

Cuadro No. 68: Evaluación de Impactos Ambientales - Planta de Tratamiento Mecánico Biológico.

ETAPA	ACTIVIDAD	FACTOR	ATRIBUTO	IMPACTO AMBIENTAL	MEDIDA DE MITIGACIÓN
EJECUCIÓN	1. Instalación de Faenas y Movilización.	AIRE	Factor de dispersión (PST, PM10, PM 2,5)	Emisión de partículas suspendidas.	Riego de las áreas afectadas.
	2. Desbroce y excavaciones para fundaciones.				
	1. Instalación de Faenas y Movilización.		Generación de Gases (óxidos de nitrógeno, monóxido de carbono, dióxido de carbono e hidrocarburos no quemados)	Emisión de gases de combustión por uso de maquinaria y equipo pesado.	Medición de gases de combustión. Mantenimiento preventivo y correctivo a la maquinaria
	2. Desbroce y excavaciones para fundaciones.				
	1. Instalación de Faenas y Movilización.	AGUA	Cambio de la Calidad Hídrica (Coliformes fecales)	Generación de aguas residuales negras y grises.	Estas aguas residuales deberán ser tratadas con sistema de cámara séptica y pozo absorbente.
	2. Desbroce y excavaciones para fundaciones.				
	3. Construcción de estructuras e instalación de equipos				
	4. Limpieza final				
	1. Instalación de Faenas y Movilización.	SUELO	Residuos Sólidos	Afectación al suelo debido a la generación de residuos sólidos	Separación diferenciada por tipo de residuos en

	2. Desbroce y excavaciones para fundaciones.			*orgánicos,* residuos sólidos *No Aprovechables*, residuos sólidos *especiales*, residuos sólidos *reciclables.*	contenedores diferenciados y claramente identificados. Tratamiento y disposición final de acuerdo a las características de cada residuo priorizando la reutilización y aprovechamiento.
	3. Construcción de estructuras e instalación de equipos				
	4. Limpieza final				
	2. Desbroce y excavaciones para fundaciones.	RUIDO	Efecto Fisiológicos	Ruido debido al funcionamiento de equipos y trabajos manuales que puede afectar la salud de los operarios.	Elementos de Protección Auditiva. Horarios de trabajo
	3. Construcción de estructuras e instalación de equipos				
	1. Instalación de Faenas y Movilización.	SALUD	Seguridad Industrial	Accidentes de trabajo. Contingencias.	Gestión de riesgos laborales Equipo de protección personal. Seguros.
	2. Desbroce y excavaciones para fundaciones.				
	3. Construcción de estructuras e instalación de equipos				
	4. Limpieza final				

ETAPA	ACTIVIDAD	FACTOR	ATRIBUTO	IMPACTO AMBIENTAL	MEDIDA DE MITIGACIÓN
OPERACIÓN	5. Carga de residuos a la planta	AIRE	Generación de Gases (óxidos de nitrógeno, monóxido de carbono, dióxido de carbono e hidrocarburos no quemados) Gases de efecto invernadero. CO2	Emisión de gases de combustión por uso de maquinaria y equipo pesado. Emisión de gases de efecto invernadero por descomposición de la materia orgánica	Medición de gases de combustión. Mantenimiento preventivo y correctivo a la maquinaria.
	8. Tratamiento biológico				
	10. Transporte de residuos descartados				
	5. Carga de residuos a la planta	AGUA	Cambio de la Calidad Hídrica (Coliformes fecales)	Generación de aguas residuales negras y grises.	Estas aguas residuales deberán ser tratadas con sistema de cámara séptica y pozo absorbente.
	6. Separación Manual				
	7. Separación mecánica automatizada				
	8. Tratamiento biológico				
	9. Almacenamiento y procesamiento de materiales reciclables				
	10. Transporte de residuos descartados a disposición final				

	5. Carga de residuos a la planta	SUELO	Residuos Sólidos	Afectación al suelo debido a la generación de residuos sólidos *orgánicos,* residuos sólidos *No Aprovechables*, residuos sólidos *especiales*, residuos sólidos *reciclables.*	Separación diferenciada por tipo de residuos en contenedores diferenciados y claramente identificados. Tratamiento y disposición final de acuerdo a las características de cada residuo priorizando la reutilización y aprovechamiento. Disposición final en relleno sanitario para residuos de descarte de procesos.
	6. Separación Manual				
	7. Separación mecánica automatizada				
	8. Tratamiento biológico				
	9. Almacenamiento y procesamiento de materiales reciclables				
	10. Transporte de residuos descartados a disposición final				
	5. Carga de residuos a la planta	RUIDO	Efecto Fisiológicos	Ruido debido al funcionamiento de equipos y maquinaria.	Elementos de Protección Auditiva. Horarios y turnos de trabajo
	7. Separación mecánica automatizada				
	11. Tratamiento biológico	SALUD	Sustancias Peligrosas	Generación de lixiviados	Tratamiento biológico en planta de tratamiento de efluentes. Tratamientos naturales: evaporación natural.
	5. Carga de residuos a la planta	SALUD	Seguridad Industrial	Accidentes de trabajo. Contingencias.	Gestión de riesgos laborales Equipo de protección personal. Seguros.

	6. Separación Manual				
	7. Separación mecánica automatizada				
	8. Tratamiento biológico				
	9. Almacenamiento y procesamiento de materiales reciclables				
	10. Transporte de residuos descartados a disposición final				
	11. Carga de residuos a la planta				

Fuente: Elaboración propia.

9. ESTUDIO DE ALTERNATIVA SELECCIONADA 2 : COMPOSTAJE

9.1. Análisis económico.

El tratamiento biologico se basa en la estabilización de la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos tras la descomposición controlada de material orgánico por consorcios microbianos, bien sea en condiciones aeróbicas (como el compostaje) o condiciones anaeróbicas (como la digestión anaerobia), o el tratamiento mecánico-biológico de residuos sólidos no separados en la fuente. Ambos métodos terminan en una reducción de sustancias orgánicas, que bajo la digestión anaerobia genera el biogás, el cual puede ser utilizado como energía eléctrica, térmica, industrial y/o para los vehículos. Igualmente incluye el biosecado.

9.1.1. Costos de inversión inicial:

La siguiente tabla muestra el costo de inversión inicial para una planta de compostaje expresado en USD para una planta con capacidad de 193.000 Toneladas por año

Cuadro No. 69: Costos de inversión proyectados para planta compostaje.

Actividades	Importe
TRABAJOS PREVIOS	382.850,00
PREPARACIÓN PARCELA	397.373,11
OBRA CIVIL	9.888.302,30
MAQUINARIA COMPOSTAJE	4.288.339,33
MAQUINARIA COMPOSTAJE	1.341.014,85
INSTALACIONES COMPOSTAJE	1.248.300,00
TOTAL	**17.546.179,58**

Elaboración propia (con base en MMAyA. Estudio de preinversión en GIRS para el Departamento de Santa Cruz)

Según los costos estimados se prevé un costo de 90 USD/ tn acorde a estudios previos (Hacia la valorización de residuos sólidos en América Latina y el Caribe. BID,2022) *y la ficha técnica presentada que estipulan un rango de entre 75 y 80 USD/Tn.*

9.1.2. Costos de operación y mantenimiento.

La siguiente tabla muestra el costo de operación y mantenimiento anual para una planta de compostaje expresado en USD para una planta con capacidad de 193.000 Toneladas por año

Cuadro No. 70: Costos de operación y mantenimiento proyectados para planta compostaje.

Total consumibles	**1.242.445,81**
Total energía eléctrica	142.771,20
Costos agua potable	66.986,61
Costos gasoil	681.408,00
Costo para la evacuación de residuos líquidos	19.780,00
Costos para la eliminación de rechazos	331.500,00
Personal	**401.508,00**
Costes mantenimiento	**1.440.633,69**
Monitoreo	**156.000,00**
SUBTOTAL	**3.240.587,50**
GASTOS GENERALES (+0-10%)	320.000,00
TOTAL COSTOS OP. y MANT.	**3.560.587,50**

Fuente: Elaboración propia (con base en MMAyA. Estudio de preinversión en GIRS para el Departamento de Santa Cruz)

9.1.3. Análisis costo beneficio.

El Valor Actual Neto Económico (VAN) representa la equivalencia presente de los ingresos netos futuros actualizados a una determinada tasa de descuento, expresados a precios cuenta de eficiencia.

Cuadro No. 71: Cálculo de valor actual neto de alternativa 2

	Descripción	**Usd/ Año**
1	Inversión inicial	17.546.179,58
2	Costos de op y mantenimiento	3.560.587,50
3	Ingresos estimados	5.578.573,99
4	Ing- costos	2.017.986,50
5	Recuperación años	8,7
6	Tasa descuento	12,67%
7	VAN	-3.084.367,64

Fuente: Elaboración propia

Según la estimación del proyecto de la alternativa 2 se obtiene un VAN negativo de -3.084.367,64 la teoría indica que *si el VAN es mayor o igual a cero, el proyecto es económicamente favorable en este caso el valor indica que no es conveniente llevar a cabo el proyecto en las condiciones actuales establecidas pero que se podria viabilizar el proyecto generando sinergias u otras fuentes de ingresos como el aprovechamiento por biol, o aprovechamiento anaerobio.*

9.1.4. Análisis de sensibilidad.

Para un proyecto de compostaje de residuos orgánicos, el análisis de sensibilidad busca identificar y evaluar aquellos factores que pueden influir en la rentabilidad y viabilidad del proyecto. Las variables de sensibilidad más importantes a considerar identificados por estudios previos y reuniones sostenidas con especialistas son:

- **Costos de inversión:** Esto abarca la adquisición de terrenos, construcción de instalaciones, compra de maquinaria y equipo, y cualquier otro costo inicial asociado.
- **Costos operativos:** Estos incluyen los gastos en mano de obra, mantenimiento, energía, tratamiento de lixiviados (si se generan), y otros costos recurrentes.
- **Ingresos por venta de compost:** Los precios del compost pueden variar según la demanda local, la calidad del producto y las condiciones del mercado.
- **Volumen y calidad de residuos orgánicos:** Una variación en la cantidad o calidad de residuos que llega a la planta puede afectar el rendimiento del compost y, por lo tanto, los ingresos y costos.

9.1.5. Cantidad de dinero generado.

La estimación del dinero generado en una planta de compostaje varía ampliamente dependiendo de múltiples factores, tales como el volumen de materiales procesados, la calidad y tipo de compost producido, los costos operativos, el mercado para el compost, y las políticas y regulaciones, entre otros.

El balance de materia apoya a calcular los ingresos previstos, asimismo cuantificar los productos disponibles para la venta. El cuadro siguiente muestra los ingresos previstos para una planta con capacidad de generación de 185 toneladas/día de compost

El precio de venta del compost puede variar según la calidad del compost, la demanda local etc, según un estudio (Cámara Nacional de Industrias. Estudio de mercado de Residuos sólidos) el costo de producción promedio de compost terminado a nivel nacional es de Bs.-367 la tonelada. El precio de venta de compost a nivel nacional es de Bs,. 575 por tonelada

El rendimiento de producción promedio es del 30% (por cada 100 kg de residuos orgánicos se producen 30 kg de abono orgánico) dependiendo del tipo de proceso de producción.

Cuadro No. 72: Cantidad de generación monetaria por planta de compostaje.

	Residuos orgánicos	Precio de mercado promedio Bs/Tn	Cantidad Tn/dia	Monto Bs/mes	Monto Bs/año	Monto USD/año
1	Ingresos promedio	575,00	152,40	2.628.900,00	31.984.950,00	4.595.538,79
2	Costos promedio	367,00	152,40	1.677.924,00	20.414.742,00	2.933.152,59
3	Ing- Cost	208,00	152,40	950.976,00	11.570.208,00	1.662.386,21

Fuente: Elaboración propia

El potencial de generación económica de la alternativa de compostaje es de 31,98 millones de Bs/año lo que significa al tipo de cambio actual más de 4,59 millones de USD al año.

Al mismo tiempo se calcula que los costos promedios de funcionamiento ascenderían a 20,4 millones de Bs/año

9.1.6. Análisis de tiempo de recuperación de inversión.

El tiempo de recuperación de inversión para una planta de compostaje puede variar ampliamente dependiendo de varios factores, generalmente entre 3 a 10 años

Factores que pueden influir en este rango:

- Inversión inicial: Dependerá de la tecnología, la capacidad de la planta y el terreno donde se instale.
- Costos operativos: Estos costos incluyen mano de obra, mantenimiento, energía, entre otros.
- Ingresos: Principalmente provienen de la venta de compost, pero también pueden incluir tarifas por aceptar residuos orgánicos, así como subproductos como "líquidos lixiviados" que pueden venderse como fertilizantes líquidos.
- Incentivos y subvenciones: En algunas regiones, puede haber incentivos gubernamentales o subsidios para promover la compostación.
- Precio de venta del compost: Dependerá de la calidad del compost y del mercado local.
- Escala: Una planta de compostaje de mayor escala podría beneficiarse de economías de escala, pero también requeriría una inversión inicial más alta.
- Regulación local: En lugares con regulaciones estrictas sobre el vertido de residuos, podría ser más rentable compostar.

Según la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA), el periodo de recuperación de inversión promedio de una planta de compostaje en los Estados Unidos es de 4 años. Este estudio analizó un total de 100 plantas de este tipo ubicadas en el país.

Según la Organización Panamericana de la Salud (OPS), encontró que el periodo de recuperación promedio de una planta de compostaje en América Latina es de 3,5 años. Este estudio analizó un total de 20 plantas de este tipo ubicadas en 10 países de la región.

Para obtener un cálculo exacto del periodo de recuperacion de inversion de un proyecto específico de compostaje, es esencial llevar a cabo un análisis financiero detallado dentro de un estudio específico EDTP

Considerando la inversión inicial estimada mencionada anteriormente y el flujo de efectivo neto anual nos da como resultado un estimado de 8 años con 8 meses de recuperación de inversión acorde a los parámetros internacionales

Cuadro No. 73: Estimación de tiempo de recuperacion de inversion

	Descripción	Usd/ Año
1	Inversión inicial	17.546.179,58
2	Costos de op y mantenimiento	3.560.587,50
3	Ingresos estimados	5.578.573,99
4	Ing- costos	2.017.986,50
5	**Recuperación años**	**8,7 años**

Fuente: Elaboración propia

9.1.7. Análisis de compra venta de residuos aprovechables.

La demanda de compostaje está impulsada por una serie de factores, que incluyen:

- La creciente conciencia sobre la sostenibilidad
- La necesidad de reducir los residuos
- La creciente demanda de fertilizantes orgánicos

La oferta de compostaje está impulsada por una serie de factores, que incluyen:

- El aumento de la inversión en plantas de compostaje
- El desarrollo de nuevas tecnologías de compostaje

- La creciente disponibilidad de materia prima

El compostaje se puede utilizar para una variedad de aplicaciones, incluyendo:

- Agricultura: El compostaje se puede utilizar como fertilizante para mejorar la calidad del suelo.
- Jardinería: El compostaje se puede utilizar para mejorar la calidad del suelo y el rendimiento de las plantas.
- Silvicultura: El compostaje se puede utilizar para mejorar la calidad del suelo y el crecimiento de los árboles.

El MMAyA, en la gestión 2019 determinó que solo un 4,8% del compost producido a nivel nacional es comercializado, el resto se destina para áreas verdes, jardines y aplicaciones forestales desarrolladas por los municipios.

Según un estudio (Swisscontact 2022. Estudio de mercado de residuos), solo se ha identificado pequeñas iniciativas de tipo educativo y artesanal, referidas al aprovechamiento de residuos orgánicos a nivel del Municipio; resultado de esta situación, son la carencia de datos e información acerca de los volúmenes, precios y condiciones de compra, del mercado.

En términos generales la demanda de residuos orgánicos, en la actualidad, es escasa en el municipio de Santa Cruz de la Sierra, pero tiene potencial de crecimiento, debido a la vocación productiva agropecuaria de municipios que conforman la RMSC, mucho de esto dependerá de la calidad que se pueda obtener del compost y de las mejoras en los procesos que van evolucionando.

El mercado de compra venta de compostaje se espera que siga creciendo en los próximos años, impulsado por la creciente conciencia sobre la sostenibilidad y la necesidad de reducir los residuos.

9.1.8. Cantidad de empleos generados.

El número de empleos que una planta de compostaje puede generar depende de múltiples factores, incluida la capacidad y escala de la planta, la tecnología utilizada, la eficiencia en la operación y las condiciones laborales locales.

Las plantas de compostaje tienden a ser más intensivas en mano de obra que otras formas de manejo de residuos, una orientación general sobre la generación de empleos en plantas de compostaje:

- Plantas de pequeña escala: Para plantas que procesan hasta 10,000 toneladas por año, pueden requerir entre 5 y 15 empleados para operaciones como la recepción de materiales, volteo, cribado, embolsado y otras tareas relacionadas.

- Plantas de escala media: Para instalaciones que manejan entre 10,000 y 50,000 toneladas al año, el número de empleados podría estar entre 15 y 50, dependiendo de la automatización y la eficiencia de la operación.
- Plantas de gran escala: Aquellas que procesan más de 50,000 toneladas por año pueden requerir 50 empleados o más, dependiendo nuevamente de la tecnología y automatización implementadas.

Estos números son para empleos directos. Para estimar empleos indirectos (como aquellos en empresas proveedoras) e inducidos (empleos creados cuando los empleados gastan sus salarios en la economía local), se puede aplicar un enfoque basado en multiplicadores como se realizó en el análisis para la alternativa 1.

Como se mencionó en el cálculo para la alternativa 1 el multiplicador de generación de empleo indirecto en la gestión de residuos es de 2,5. Esto significa que cada empleo directo en el sector del reciclaje genera 2,5 empleos indirectos. Este mismo estudio establece que por cada empleo directo se generan 1.5 empleos inducidos.

Todos estos datos según el dimensionamiento de la alternativa en cuestión nos llevan a la conclusión que se pueden generar:

- 50 empleos directos
- 125 empleos indirectos
- 75 empleos inducidos

Haciendo un total de hasta 250 empleos generados.

Es importante tener en cuenta que los empleos generados por una planta de compostaje son empleos de tiempo completo remunerados. Estos empleos pueden contribuir a mejorar la economía local y a reducir el desempleo.

El empleo del sector de gestión y tratamiento de residuos se caracteriza por un bajo nivel de cualificación profesional. El 56% de los empleados del sector posee el bachillerato, una titulación básica o no poseen titulación. El porcentaje de trabajadores con estudios de formación técnicos asciende al 27%, mientras que solo el 17% posee estudios universitarios.(OIT 2012).

Si extrapolamos los datos anteriores de los 50 empleos generados de forma directa por la alternativa en cuestión, y aplicamos la misma metodología utilizada en la alternativa 1 (que nos indicaba que el 56% de los empleados del sector posee el bachillerato, una titulación básica o no poseen titulación. El porcentaje de trabajadores con estudios de formación técnicos asciende al 27%, mientras que solo el 17% posee estudios universitarios.(OIT 2012)) se generarian pagos de sueldos por más de 2.43 millones de Bs anuales podríamos disgregados de la siguiente manera:

- 28 trabajadores contarian con el sueldo minimo nacional de Bs.-2362 (Generando movimiento económico de más de 859 mil Bs. anuales)
- 13 trabajadores contarian con un sueldo de técnico aproximado de Bs.- 4500 (Generando pagos por más de 760 mil Bs anuales)
- 9 Trabajadores con títulos profesionales con sueldo promedio de Bs.- 7000 (Generando pagos por más de 819 mil Bs anuales)

9.2. Volumen actual y proyectado de residuos.

Según la guía para el aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos del Ministerio de Medio Ambiente y Agua, la implementación de una planta de compostaje deberá considerar la recolección diferenciada de residuos de características biodegradables u orgánicos.

La realidad actual de la región metropolitana es que los residuos de fuentes domiciliarias se recolectan, transportan y se disponen de manera mixta o mezclados, muchas veces con residuos domiciliarios que contienen algunas características peligrosas.

Si bien se conoce que más del 50% de la totalidad de los residuos corresponde a la fracción de residuos biodegradables el tratamiento, aprovechamiento y/o valorización de este tipo de residuo constituye el mayor problema a solucionar dentro de la gestión integral de residuos sólidos.

Se plantea que de las 1.000 toneladas que pasarán por la separación mecánica se obtendrán 529 toneladas diarias de material orgánico que deberá ser bioestabilizado mediante proceso aeróbico con la metodología de compostaje en pilas aireadas mecánicamente.

Se calcula que el material sufrirá una reducción del volumen de un 65% y que en el procesos se generarán CO2, y otros gases, además de lixiviado en cantidades menores, evitando así la generación de metano por descomposición anaerobia.

Cuadro No. 74: Cantidad de residuos procesados en la planta de tratamiento biológico.

Capacidad de procesamiento diaria (T/día)	Capacidad de procesamiento anual (T/día)	Productos y materiales obtenidos	
		Material bioestabilizado - suelo orgánico (T/día)	Material bioestabilizado - suelo orgánico (T/año)
529	193.085	185	67.525

Fuente: *Elaboración propia*

Del proceso de estabilización aeróbica en pilas se obtendrá aproximadamente 185 toneladas diarias de material bioestabilizado con nutrientes orgánicos. Deberá comprobarse la calidad obtenida en función a la Norma Boliviana Nº 69024 “Residuos sólidos - Calidad de compost -Operación y producto”, en donde se establecen los parámetros que se deben considerar para certificar la calidad.

De igual forma esta norma establece los parámetros límites para la certificación de calidad de compost referente a criterios de higiene, propiedades e ingredientes no deseados y contaminantes inorgánicos.

Esta norma no establece una categoría y usos para los diferentes grados de calidad del compost, sin embargo en otros países como España la normativa establece tres categorías de compost de acuerdo a su contenido de metales pesados en clase A, B y C.
De acuerdo a tablas donde se indican los valores máximos permitidos de contenido de metales pesados en el compost se determina la calidad final que condicionarán el uso del mismo.

De igual forma la normativa española al igual que la boliviana no considera al material bioestabilizado obtenido de recolección diferenciada como un compost para ser utilizado en usos agrícolas como fertilizante.

El uso que se le da a este material es para restauración de suelos degradados como ser:

- Restauración de canteras y minas.
- En rellenos sanitarios o vertederos:
  - Coberturas intermedias de rellenos sanitarios operativos.
  - Coberturas vegetal final en relleno sanitario clausurados.
  - Mejorador de suelo para coberturas vegetales en rellenos sanitarios
- Uso en terrenos forestales:
  - Sustrato para vivero forestal.
  - Regeneración de zonas incendiadas.
  - Restauración vegetal en taludes.
- Valorización energética a través de biosecado y coprocesamiento.

Sin embargo al obtener un material orgánico bioestabilizado se reducen las cantidades de producción y posterior tratamiento de lixiviados en los rellenos sanitarios, así como la producción de metano contenido en el biogás producido durante la descomposición anaerobia de la fracción orgánica. De igual forma se amplía la vida útil del relleno sanitario al destinar este material bioestabilizado hacia otros usos y alternativas que podrán analizarse en función a la calidad obtenida del producto final.

9.3. Análisis de propiedades y características de materiales.

Dentro de este documento ya se ha demostrado que el principal problema de la gestión integral de los residuos sólidos es el aprovechamiento y valorización de la fracción orgánica por

diversas razones. Una de las principales es que es con amplio margen la mayor cantidad de residuos generados, también no existe un mercado que demande productos derivados de este tipo de residuos (pese a ser una región cuyo desarrollo está basado en el agro) y los procesos de elaboración de productos derivados de residuos orgánicos exigen altos costos para lograr productos con la calidad requerida.

De acuerdo a la norma NB 69024 en su punto 4.3.6 Consideraciones para la recepción de materiales de entrada se menciona que las materiales de entrada a la planta de compostaje deben ser materiales biodegradables que se hayan recolectado por separado en origen y no han sido mezclados, combinados o contaminados con otros residuos potencialmente contaminantes, productos o materiales.

Incluso en el anexo B de esta misma norma se enumeran materiales de entrada adecuados que deben tomarse en cuenta. En este anexo se especifica claramente que los residuos municipales (residuos domésticos y residuos asimilables procedentes de comercios, industrias e instituciones) podrán ingresar a la planta de compostaje si son recogidos de manera selectiva.

Estas restricciones se realizan con el objetivo de obtener un material que reúna y cumpla las especificaciones para ser utilizado como material como constituyente para los medios de cultivo.

Los parámetros de calidad para el compost que se exigen en la norma NB 69024 “Residuos Sòlidos - Calidad de compost - Operación y producto” son bastantes rigurosos y serán difícilmente alcanzados si no se aplica una recolección selectiva o diferenciada.

El material orgánico separado y recuperado de una planta MBT viene con una gran cantidad de finos (suelos, áridos) mezclados manteniéndose como una sola fase pasando por el tratamiento biológico y si se quiere se realiza la separación posterior de estos inertes por un proceso de afino del material compostado. Con esto se logra elevar la calidad orgánica del material.

Por otro lado durante su almacenamiento, recolección y transporte existe la posibilidad de que hayan estado en contacto materiales domiciliarios con características peligrosas como residuos bioinfecciosos, pilas y baterías, pinturas. Esto degrada la calidad del material orgánico y le puede conferir contenido de contaminantes peligrosos, razón por la cual no se recomienda el uso de residuos orgánicos de recolección mixta para elaboración de compost.

Según el manual de compostaje del Agricultor - Experiencias en América Latina recomienda que en las fases iniciales de la elaboración del compost la planta de compostaje tenga provisión de material estructurante para llevar adelante la trituración, mezcla, ajuste de humedad del material como preparación previa al procesos de compostaje.

Cuadro No. 75: Parámetros de compostaje

Parámetro	Rango ideal al comienza del proceso
Relación Carbono-Nitrógeno (C:N)	25:1 – 35:1
Tamaño de la partícula	<25 cm
pH	6,5 – 8,0
Temperatura	45 – 60 ºC
Densidad	250 – 400 kg/m^3

Fuente: Manual de compostaje del Agricultor - Experiencias en América Latina (FAO; 2013)

9.4. Identificación de procesos planta compostaje

Según la guía para el aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos mediante compostaje y lombricultura publicada por el Ministerio de Medio Ambiente y Agua y en concordancia con la NB 69024, el material a compostar pasa por dos etapas denominadas

La fase de descomposición.-
Es donde se observan los mayores cambios de los residuos orgánicos. Los microorganismos y otros descomponedores actúan rompiendo enlaces moleculares y formando otros compuestos, llevando a cabo una liberación de energía que conlleva a un aumento de la temperatura y una demanda de mucho oxígeno. En esta fase se consumen los componentes más biodegradables. Durante esta fase se dan dos etapas.

- Etapa de latencia y crecimiento.- Es en donde se da lugar la multiplicación de los microorganismos, con un aumento de la temperatura a los pocos días de iniciado el proceso
- Etapa termófila.- Se caracteriza por un aumento mayor de la temperatura en donde se proliferan los organismos termófilos que degradan la materia orgánica rápidamente. La temperatura que se alcanza durante esta fase garantiza la higienización del compost puesto que se eliminan patógenos como la salmonella y Escherichia coli además quistes y huevos de helminto.

Al finalizar la fase de descomposición la pila ha disminuido gran parte de su volumen. esta fase puede durar entre 5 a 8 semanas.

Fase de maduración.-
Se considera que esta fase comienza cuando la materia orgánica está prácticamente toda descompuesta, la temperatura sigue descendiendo hasta llegar a temperatura ambiente.
Al terminar la maduración, la materia orgánica inicial se ha transformado en un producto estable en el que ya no se reconocen los materiales orgánicos que se habían aportado al comenzar. Para que la maduración sea completa se debe esperar al menos un mes, de esta

manera se asegura que los descomponedores han abandonado la pila de compost por ausencia de alimento.

Esta fase acaba conformando las características finales del producto final o compost y el objetivo principal es la estabilización del producto, puede durar entre 2 y 3 meses más. Es importante no usar el compost cuando aún no está maduro. Controlar la temperatura permite identificar en qué fase está el proceso de compostaje.

De manera general los procesos de elaboración del compost que se realizan en una planta son los siguientes:

Cuadro No. 76: Operaciones en una planta de compostaje.

Etapa	Operación
Recepción	· Recepción · Descarga del residuo o materia orgánica
Pre-Tratamiento	· Trituración de la fracción vegetal o acopio de material estructurante ya triturado (por ejemplo, astilla) · Separación de impropios de la materia orgánica (manual o mecanizada). · Mezcla y homogenización de los materiales, residuos sólidos orgánicos y material estructurante.
Tratamiento	· Fase de descomposición. · Fase de maduración. · Control de parámetros del proceso y madurez del compost · Recolección y gestión de lixiviados
Pos-Tratamiento	· Cribado del compost. · Almacenado y empacado (si corresponde) · Parámetros de calidad del compost

Fuente: *Guía para el aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos mediante compostaje y lombricultura (MMAyA; 2013)*

Inicialmente la planta de compostaje será implementada para tratar la fracción orgánica recuperada de la planta MBT, puesto que en todos los municipios de la región metropolitana la recolección no es selectiva o diferenciada.

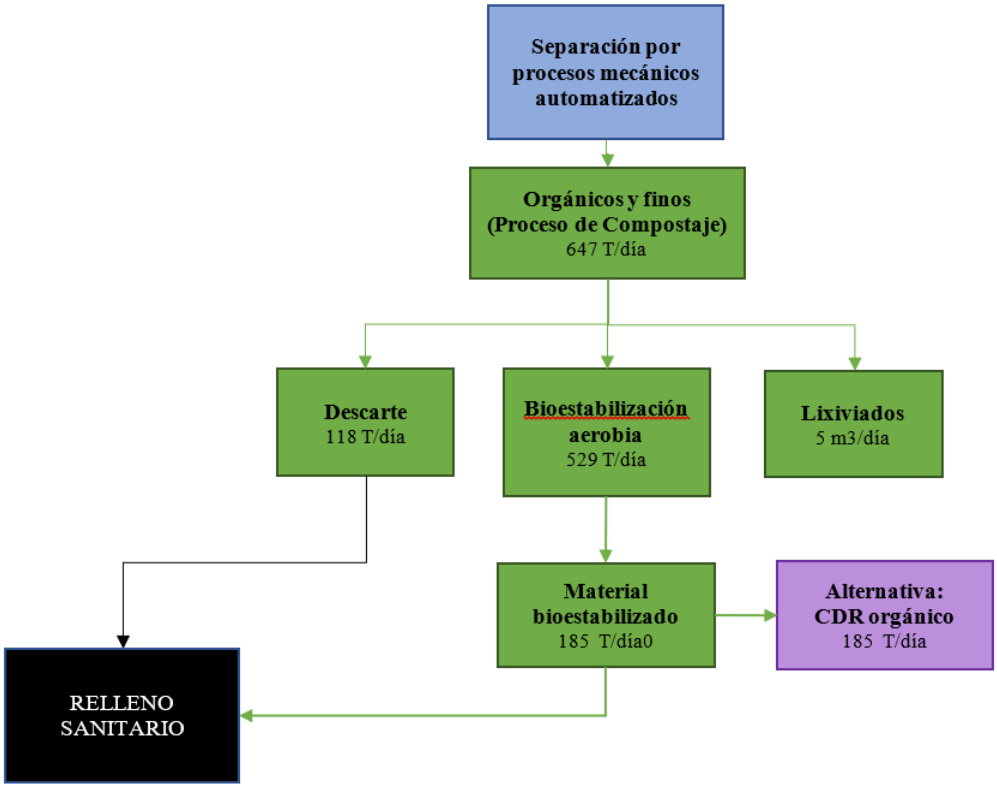
Los residuos recolectados mezclados con gran cantidad de finos y áridos y posiblemente en contacto con materiales con características peligrosas serán sometidos al proceso de compostaje aeróbico con el fin de lograr su estabilización biológica.

El resultado será un material con características de suelos ricos en nutrientes y cuya calidad deberá ser evaluada para darle los usos en función a ella.También deberá analizarse su utilización como combustible derivado de residuos (CDR) con biosecado y coprocesamiento. Si no se encuentra un mejor uso se dispondrá como material de cobertura en el relleno sanitario.

Como resultado se tendrá una disminución en la producción de lixiviados producidos en el relleno sanitario y una reducción en la producción de metano como uno de los principales aportantes al efecto invernadero producidos en rellenos sanitarios.

Este proceso deberá ir acompañado de una fuerte campaña de educación que busque agresivamente la participación de la población en la correcta gestión de este tipo de residuos con la finalidad de implementar una recolección selectiva y obtener así un compost de calidad que pueda ser utilizado en aptitudes agrícolas.

Gráfico No. 28: Diagrama flujos de procesos de la Planta de Compostaje



Fuente: *Elaboración propia*

9.5. Análisis social de alternativa compostaje

Las plantas de compostaje de residuos orgánicos pueden tener una serie de beneficios o impactos sociales, entre los que se incluyen:

- **Mejora de la salud pública:** El compostaje de residuos orgánicos ayuda a reducir la cantidad de residuos que se envían a los rellenos sanitarios. Los rellenos sanitarios pueden ser focos de contaminación, ya que producen gases de efecto invernadero, lixiviados y otros contaminantes. Reduce la proliferación de vectores de enfermedades (ratas, mosquitos, etc.).

  Un estudio realizado en los Estados Unidos (Journal of the American Mosquito Control Association.Composting: A Potential Tool for Mosquito Control) encontró que una planta de compostaje de residuos orgánicos redujo la población de mosquitos en un 70% en un radio de 1,5 kilómetros. El estudio también encontró que la planta de compostaje redujo la presencia de otros vectores de enfermedades, como las moscas y las garrapatas.

Otro estudio, realizado en Europa,(Waste Management.The Impact of Composting on Rodent Populations) encontró que una planta de compostaje de residuos orgánicos redujo la población de ratones en un 50% en un radio de 500 metros. El estudio también encontró que la planta de compostaje redujo la presencia de otros roedores, como los conejos y las ratas.

- **Creación de empleos:** Las plantas de compostaje pueden generar empleos directos, indirectos e inducidos. Este tema se aborda de manera especifica anteriormente en el documento
- **Formación y educación ambiental:** Las plantas de compostaje ofrecen oportunidades para la formación y el desarrollo de habilidades técnicas y de gestión relacionadas con la compostación y el manejo de residuos. Las instalaciones de compostaje pueden servir como sitios educativos para escuelas y comunidades, promoviendo la conciencia sobre el reciclaje de residuos orgánicos y la importancia del compost en la agricultura sostenible.
- **Recuperación de recursos:** El compostaje puede recuperar recursos de los residuos orgánicos, como nutrientes, materia orgánica y agua. La recuperación de recursos ayuda a reducir la demanda de recursos naturales, lo que puede tener un impacto positivo en el medio ambiente.
- **Reducción de la contaminación:** El compostaje puede ayudar a reducir la contaminación del aire y del agua. Los rellenos sanitarios pueden producir gases de efecto invernadero, lixiviados y otros contaminantes que pueden contaminar el aire y el agua. El compostaje puede ayudar a reducir estos impactos ambientales.
- **Promoción de la sostenibilidad:** El compostaje puede ayudar a promover la sostenibilidad al reducir la cantidad de residuos que se envían a los rellenos sanitarios, recuperar recursos y reducir la contaminación.
- **Fomento de la agricultura sostenible:** Al producir compost de alta calidad, se promueve la agricultura sostenible, lo que puede llevar a una producción de alimentos más saludables y sostenibles a nivel local.
- **Mejora la calidad del suelo:** El compostaje agrega nutrientes y materia orgánica al suelo, lo que puede mejorar su estructura, retención de agua, fertilidad y conducir a un mayor rendimiento y calidad de los cultivos.Debido a lo mencionado también reduciría la erosión del suelo.
- **Reduce la dependencia de fertilizantes químicos:** El compostaje puede ayudar a reducir la necesidad de fertilizantes químicos, lo que tiene un impacto positivo en el medio ambiente.

9.6. Análisis ambiental.

Una planta de compostaje se debe operar teniendo en cuenta principalmente los impactos que podrían ser algo incómodos de manejar tal como la generación de lixiviados y los olores.

El procedimiento de licenciamiento se regirá por lo establecido en la Ley Nº 1333 de Medio Ambiente y su reglamentación complementaria y modificatoria.

Se establecerán los controles ambientales a fin de verificar el buen desempeño ambiental de la planta.

De manera general se identifica los siguientes impactos ambientales y se plantean las medidas de mitigación correspondientes:

Cuadro No. 77: Evaluación de Impactos Ambientales - Planta de Compostaje

ETAPA	ACTIVIDAD	FACTOR	ATRIBUTO	IMPACTO AMBIENTAL	MEDIDA DE MITIGACIÓN
EJECUCIÓN	1. Instalación de Faenas y Movilización.	AIRE	Factor de dispersión (PST, PM10, PM 2,5)	Emisión de partículas suspendidas.	Riego de las áreas afectadas.
	2. Desbroce y excavaciones para fundaciones.				
	1. Instalación de Faenas y Movilización.		Generación de Gases (óxidos de nitrógeno, monóxido de carbono, dióxido de carbono e hidrocarburos no quemados)	Emisión de gases de combustión por uso de maquinaria y equipo pesado.	Medición de gases de combustión. Mantenimiento preventivo y correctivo a la maquinaria
	2. Desbroce y excavaciones para fundaciones.				
	1. Instalación de Faenas y Movilización.	AGUA	Cambio de la Calidad Hídrica (Coliformes fecales)	Generación de aguas residuales negras y grises.	Estas aguas residuales deberán ser tratadas con sistema de cámara séptica y pozo absorbente.
	2. Desbroce y excavaciones para fundaciones.				
	3. Construcción de estructuras e instalación de equipos				
	4. Limpieza final				
	1. Instalación de Faenas y Movilización.	SUELO	Residuos Sólidos	Afectación al suelo debido a la generación de residuos sólidos *orgánicos,* residuos sólidos *No*	Separación diferenciada por tipo de residuos en contenedores diferenciados y claramente identificados.
	2. Desbroce y excavaciones para fundaciones.				

	3. Construcción de estructuras e instalación de equipos			*Aprovechables*, residuos sólidos *especiales*, residuos sólidos *reciclables.*	Tratamiento y disposición final de acuerdo a las características de cada residuo priorizando la reutilización y aprovechamiento.
	4. Limpieza final				
	2. Desbroce y excavaciones para fundaciones.	RUIDO	Efecto Fisiológicos	Ruido debido al funcionamiento de equipos y trabajos manuales que puede afectar la salud de los operarios.	Elementos de Protección Auditiva. Horarios de trabajo
	3. Construcción de estructuras e instalación de equipos				
	1. Instalación de Faenas y Movilización.	SALUD	Seguridad Industrial	Accidentes de trabajo. Contingencias.	Gestión de riesgos laborales Equipo de protección personal. Seguros.
	2. Desbroce y excavaciones para fundaciones.				
	3. Construcción de estructuras e instalación de equipos				
	4. Limpieza final				

ETAPA	ACTIVIDAD	FACTOR	ATRIBUTO	IMPACTO AMBIENTAL	MEDIDA DE MITIGACIÓN
OPERACIÓN	1. Recepción y Descarga del residuo o materia orgánica	AIRE	Generación de Gases (óxidos de nitrógeno, monóxido de carbono, dióxido de carbono e hidrocarburos no quemados) Gases de efecto invernadero. CO2	Emisión de gases de combustión por uso de maquinaria y equipo pesado. Emisión de gases de efecto invernadero por descomposición	Medición de gases de combustión. Mantenimiento preventivo y correctivo a la maquinaria.
	2. Trituración de la fracción vegetal o acopio de material estructurante ya				

	triturado (por ejemplo, astilla)			de la materia orgánica	
	3. Mezcla y homogenización de los materiales, residuos sólidos orgánicos y material estructurante.				
	7. Recolección y gestión de lixiviados				
	1. Recepción y Descarga del residuo o materia orgánica		Olores	Generación de malos olores por descomposición anaeróbica	Ubicación de la planta tomando en cuenta la dirección de los vientos. Cerramiento perimetral. Cordón ecológico.
	2. Trituración de la fracción vegetal o acopio de material estructurante ya triturado (por ejemplo, astilla)				
	3. Mezcla y homogenización de los materiales, residuos sólidos orgánicos y material estructurante.				
	4. Conformado de pilas y volteo (aireación)				
	5. Cribado y Separación de impropios de la materia orgánica (manual o mecanizada).				

	6. Almacenado y empacado (si corresponde)				
	7. Recolección y gestión de lixiviados				
	1. Recepción y Descarga del residuo o materia orgánica		Factor de dispersión (PST, PM10, PM 2,5)	Emisión de partículas suspendidas.	Riego de las áreas afectadas. Equipo de Protección personal contra partículas
	5. Cribado y Separación de impropios de la materia orgánica (manual o mecanizada).				
	2. Trituración de la fracción vegetal o acopio de material estructurante ya triturado (por ejemplo, astilla)	AGUA	Cambio de la Calidad Hídrica (DBO, DQO)	Generación de aguas residuales orgánicas de proceso.	Estas aguas residuales deberán ser tratadas con sistema de colección y almacenamiento impermeabilizado..
	1. Recepción y Descarga del residuo o materia orgánica	SUELO	Residuos Sólidos	Afectación al suelo debido a la generación de residuos sólidos *orgánicos* y residuos sólidos *No Aprovechables*..	Disposición final en relleno sanitario para residuos de descarte de procesos.
	2. Trituración de la fracción vegetal o acopio de material estructurante ya triturado (por ejemplo, astilla)				
	3. Mezcla y homogenización de los materiales, residuos sólidos orgánicos y				

	material estructurante.				
	4. Conformado de pilas y volteo (aireación)				
	5. Cribado y Separación de impropios de la materia orgánica (manual o mecanizada).				
	6. Almacenado y empacado (si corresponde)				
	2. Trituración de la fracción vegetal o acopio de material estructurante ya triturado (por ejemplo, astilla)	RUIDO	Efecto Fisiológicos	Ruido debido al funcionamiento de equipos y maquinaria.	Elementos de Protección Auditiva. Horarios y turnos de trabajo
	3. Mezcla y homogenización de los materiales, residuos sólidos orgánicos y material estructurante.				
	4. Conformado de pilas y volteo (aireación)				
	2. Trituración de la fracción vegetal o acopio de material estructurante ya triturado (por ejemplo, astilla)	SALUD	Sustancias Peligrosas	Generación de lixiviados y efluentes	Tratamiento biológico en planta de tratamiento de efluentes. Tratamientos naturales: evaporación natural.
	3. Mezcla y homogenización de los materiales, residuos sólidos orgánicos y				

	material estructurante.				
	4. Conformado de pilas y volteo (aireación)				
	7. Recolección y gestión de lixiviados				
	1. Recepción y Descarga del residuo o materia orgánica	SALUD	Seguridad Industrial	Accidentes de trabajo. Contingencias.	Gestión de riesgos laborales Equipo de protección personal. Seguros.
	2. Trituración de la fracción vegetal o acopio de material estructurante ya triturado (por ejemplo, astilla)				
	3. Mezcla y homogenización de los materiales, residuos sólidos orgánicos y material estructurante.				
	4. Conformado de pilas y volteo (aireación)				
	5. Cribado y Separación de impropios de la materia orgánica (manual o mecanizada).				
	6. Almacenado y empacado (si corresponde)				
	7. Recolección y gestión de lixiviados				

Fuente: *Elaboración propia*

9.7. Análisis multicriterio de alternativas seleccionadas.

El análisis multicriterio de las alternativas incluye análisis y factores externos a las que componen intrínsecamente el proyecto, entre las cuales se pueden mencionar:

- Ahorro por costos de lixiviados evitados al relleno sanitario
- Oportunidad económica por venta de bonos de carbono
- Potencial ahorro por materiales de cobertura

9.7.1. Ahorro por costos de lixiviados.

Cuadro No. 78: Costo de ahorro por lixiviados.

COSTOS DE LIXIVIADOS			
	Descripción	**Unidad de medida**	**Cantidad**
1	Promedio de generación	Litros por Tn/dia	300,00
2	Tratamiento diario MBT	Tn/dia	1.000,00
3	Promedio de generación	m3/dia	300,00
4	Costo de manejo	$US/m3	8,00
5	Costo de manejo diario	$US	2.400,00
6	Costo de manejo anual	$US	876.000,00
7	Costo de manejo anual	Bs	6.096.960,00
8	Costo en vida útil (20 años)	$US	17.520.000,00

Fuente: Elaboración propia

El cuadro anterior muestra que se genera un promedio de 300 litros de lixiviados por cada tonelada de residuos sólidos procesados diariamente. Considerando un tratamiento diario de 1,000 toneladas (MBT), esto resulta en una generación total de 300 metros cúbicos (m³) de lixiviados por día.

El costo de manejar estos lixiviados se cifra en 8 dólares estadounidenses por metro cúbico. Esto implica que el costo de manejo diario de los lixiviados es de 2.400 dólares estadounidenses, basado en la generación diaria de 300 m 3. Anualmente, el costo de manejo de lixiviados asciende a 876.000 dólares estadounidenses (TC 6,96). Si consideramos la vida útil del proyecto o instalación de tratamiento (20 años), el costo total ascendería a 17.520.000 dólares estadounidenses.

Estos costos destacan la importancia económica de la gestión adecuada de lixiviados en las operaciones de tratamiento de residuos sólidos. Los lixiviados, debido a su potencial contaminante, requieren un tratamiento eficiente, lo que conlleva costos operativos significativos. La gestión efectiva de estos costos es crucial para la sostenibilidad financiera de las operaciones de tratamiento de residuos, así como para minimizar el impacto ambiental.

9.7.2. Potencial de ingresos por Gases de efecto invernadero (GEI)

Cuadro No. 79: Potencial de ingresos por GEI

OPORTUNIDAD ECONÓMICA POR GENERACIÓN DE GASES			
	Descripción	**Unidad de medida**	**Cantidad**
1	Generación según proceso de 1000 tn	Tn de metano/dia	87,61
2	Generación según proceso de 1000 tn	Tn de CO2/día	159,36
3	Generación de metano	tn de metano/Año	31.978,75
4	Generación de CO2	Tn de CO2/año	58.164,58
5	**Conversión de CH4 EN CO2 equivalente**	**25 kg CO2e/kg CH4.**	**799.468,63**
6	Generación total de CO2 (CH4+CO2)	Tn de CO2/año	857.633,20
7	Precio bono CO2	$us/tn	Mercado voluntario promedio 7 $us/tn. Mercado regulado UE promedio 60 $us/tn
8	**Potencial bonos por carbono**	**Mercado voluntario promedio 7 $us/tn. Mercado regulado UE promedio 60 $us/tn**	**Mercado voluntario 6.003.432 $us/año Mercado regulado hasta 51.457.992 $us/año**

La generación de gases como metano y CO2 a partir de un proceso de 1000 toneladas resulta en 87.61 toneladas de metano y 159.36 toneladas de CO2 por día. Anualmente, esto se traduce en 31,978.75 toneladas de metano y 58,164.58 toneladas de CO2. Estos gases, especialmente el metano, tienen un impacto significativo en el cambio climático debido a su potencial de calentamiento global.

El metano (CH4) es convertido a CO2 equivalente usando un factor de 25 kg CO2e/kg CH4, lo que da un total de 799,468.63 toneladas de CO2 equivalente anualmente. Esto es crítico para comprender el impacto total de las emisiones en términos de CO2, el principal gas de efecto invernadero.

Sumando el CO2 directo y el CO2 equivalente del metano, la generación total anual es de 857,633.20 toneladas. Esta cifra representa el potencial total de emisiones de gases de efecto invernadero que pueden ser mitigadas o gestionadas.

Los bonos de carbono son una herramienta de mercado para incentivar la reducción de emisiones. A precios actuales del mercado voluntario (7 $us/tn) y del mercado regulado de la UE (60 $us/tn), el potencial de ingresos anuales por la venta de bonos de carbono es significativo. En el mercado voluntario, se podrían generar hasta 6,003,432 $us/año, y en el mercado regulado de la UE, hasta 51,457,992 $us/año.

El cuadro por lo tanto indica una oportunidad económica considerable a través de la gestión de emisiones de gases en el contexto de los mercados de bonos de carbono. Además de los beneficios financieros, esto también representa una oportunidad importante para contribuir a la mitigación del cambio climático. Sin embargo, es esencial considerar los costos de implementación de tecnologías de captura y almacenamiento de estos gases, así como la regulación y verificación necesarias para participar en los mercados de bonos de carbono.

Requisitos para formar parte del mercado regulado de carbono

El mercado regulado de carbono es el Mercado donde participan gobiernos y empresas para dar cumplimiento a las regulaciones referentes a la emisión de gases de efecto invernadero. Los mercados regulados de carbono son mecanismo de compra y venta de Certificados de Reducción de Emisiones

Los bonos de carbono se basan en regulaciones de reducción de emisiones de carbono. En el artículo 17 del Protocolo de Kyoto, se permite a los países y entidades privadas vender sus emisiones de carbono “sobrantes”. Estas emisiones se venden actualmente a países o empresas que sobrepasan los límites de emisiones de CO2 que establece la regulación vigente.

Para integrar el mercado de bonos de carbono, se debe cumplir con una serie de regulaciones específicas. Estas regulaciones pueden variar dependiendo del país y del mercado específico, algunas de las más comunes y fundamentales son:

Cuadro No. 80: Requisitos para emitir bonos de carbono en mercado regulado

Regulación/Requisito	Descripción

Cumplimiento de Protocolos Internacionales	Adherencia a los marcos establecidos por el Protocolo de Kioto y el Acuerdo de París para la comercialización de créditos de carbono.
Verificación y Validación de Emisiones	Obtención de verificación y validación de reducciones de emisiones por una tercera parte acreditada, siguiendo metodologías aprobadas.
Registro en Sistemas de Comercio de Emisiones	Registro del proyecto en sistemas reconocidos como el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) o mercados voluntarios como VERRA o Gold Standard.
Cumplimiento de Normativas Locales	Adherencia a regulaciones a nivel local o nacional, incluyendo permisos y licencias ambientales y leyes de protección ambiental y social.
Adherencia a Estándares de Responsabilidad Social y Ambiental	Cumplimiento con estándares de responsabilidad social y ambiental, incluyendo evaluaciones de impacto ambiental y social.
Transparencia y Reporte de Datos	Mantenimiento de un alto nivel de transparencia en operaciones y reportes, proporcionando información detallada sobre la generación y cuantificación de reducciones de emisiones.
Contratos de Compra de Emisiones	Establecimiento de contratos de compra de emisiones con entidades interesadas, cumpliendo con sus criterios específicos.
Cumplimiento de Normativas Financieras	Adherencia a regulaciones financieras en la emisión y comercio de bonos de carbono, incluyendo transparencia en estas operaciones.

Fuente: Banco Mundial

Los mecanismos regulados de carbono más importantes son:

- Mercado Europeo de Emisiones (ETS)
- Sistema de comercio de emisiones de la convención de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC)
- Mecanismo de Desarrollo Limpio de Kyoto (MDL)

Organismos como CAF apoyan a los países a establecer marcos nacionales y desarrollar capacidades en cuanto al mercado regulado así como a generar conocimiento a través de estudios sobre mercado voluntario bajo una gobernanza con los Bancos de Desarrollo de Latinoamerica. Uno de los retos principales que se deberá abordar en la región, es el de adaptar y aplicar los principios y criterios de integridad de manera adecuada a la realidad regional.

8.7.3. Potencial de ahorro por material de cobertura

Se debe considerar que inicialmente existirá porcentaje del compost que no tendrá mercado hasta que este se desarrolle, o por la calidad del mismo, pero este material excedente tiene otro potencial que es el de material de cobertura

Cuadro No. 81: Potencial de ahorro por material de cobertura

COSTOS DE MATERIAL DE COBERTURA			
	Descripción	**Unidad de medida**	**Cantidad**
1	Generación diaria según proceso	Tn/dia	185,00
2	Densidad del compost	tn/m3	0,60
3	Generación diaria	m3/dia	111,00
4	Precio de arcilla	Bs/m3	22,00
5	Costo diario	Bs/dia	2.442,00
6	Costo anual	Bs/año	891.330,00
7	Costo en vida útil (20 años)	Bs	17.826.600,00

Según los cálculos realizados el cuadro anterior presenta una generación diaria de 185 toneladas de residuos según el proceso.

Se utiliza arcilla como material de cobertura, cuyo precio es de 22 bolivianos por metro cúbico (Bs/m³).El costo diario para cubrir los residuos con arcilla es de 2,442 bolivianos, calculado multiplicando el volumen diario necesario (111 m³) por el precio por metro cúbico de la arcilla.Anualmente, el costo de este material de cobertura asciende a 891,330 bolivianos. Considerando una vida útil de 20 años para el proyecto o instalación, el costo total sería de 17,826,600 bolivianos.

8.7. Mecanismos de financiamiento

La C.P.E. de Bolivia establece que la prestación de los servicios de aseo urbano, manejo y tratamiento de residuos sólidos, son competencias exclusivas de los gobiernos municipales. A su vez, determina como competencias concurrentes por el nivel central del Estado y las Entidades Territoriales Autónomas la ejecución de proyectos de agua potable y residuos sólidos.

Generalmente, los proyectos de Gestión Integral de Residuos Sólidos precisan de una inversión inicial muy fuerte que sobrepasa la capacidad económica de los municipios. Esto

principalmente por los costos necesarios para el emplazamiento de infraestructura y la adquisición de maquinaria y equipos. Esta problemática hace necesaria la evaluación de distintas alternativas de fuentes para viabilizar su financiamiento.

Municipios con capacidad económica limitada, que generalmente ven sobrepasada su capacidad económica para temas de gestión de residuos. Ante esta realidad se puede gestionar recursos de cooperación externa para la etapa de ejecución, dando cumplimiento a los procesos, procedimientos e instrumentos técnicos destinados a la gestión de inversión y financiamiento externo y en el marco del Sistema de Planificación Integral del Estado.

Gráfico No. 29: Proceso para la obtención de financiamiento externo



Fuente: GIZ

Uno de los aspectos con mayor relevancia para lograr el financiamiento externo es el involucramiento de los diferentes actores clave que tienen incidencia o interés en los Proyectos. Es de vital importancia el involucramiento y compromiso del Viceministerio de Agua Potable y Saneamiento Básico a través de su Dirección General de Gestión Integral de Residuos Sólidos. También, es fundamental el compromiso de las Alcaldias Municipales y de los técnicos municipales,

Es importante que los proyectos de gestión de residuos que pretendan la obtención de un financiamiento externo estén desarrollados, enfocados y articulados con la planificación a largo y mediano plazo del Estado, deben estar enmarcados dentro de los pilares y metas establecidas en la Agenda Patriótica del Bicentenario 2025, el Plan de Desarrollo Económico Social, Plan Estratégico Institucional del MMAyA, Plan Sectorial deDesarrollo Integral y el Plan Sectorial de Desarrollo de Saneamiento Básico.

La mayor parte del financiamiento de fuentes internacionales para el aprovechamiento integral de los residuos proviene de los apoyos para la mitigación del cambio climático. Esto se debe al potencial de calentamiento que tienen el gas metano dentro de los gases de efecto invernadero

Por otro lado la asistencia internacional se clasifica en fondos provenientes de organismos multilaterales y bilaterales, los primeros provienen de organismos internacionales conformados

por varios países y los segundos por naciones que promueven la implementación de acciones de mitigación y adaptación en países en desarrollo

Los siguientes organismos multilaterales apoyan con financiamiento para el desarrollo bajo emisiones y de adaptación, cuentan con programas propios para donaciones, y financiamiento algunos también fungen como administradores de fondos provenientes de otros fondos multilaterales como el fondo mundial para el medio ambiente

Organismos financieros multilaterales:

- Banco Mundial (BM)
- Banco Interamericano de Desarrollo (BID)
- Banco Europeo de Inversiones (BEI)
- Banco de Desarrollo de América Latina (CAF)
- Fondos climáticos de inversión
- Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente

Organismos de financiamiento bilaterales:

- Agencia Francesa de Desarrollo
- Cooperacion internacional (Banco de Japon, Fondos Britanicos, USAID,GIZ,SWISSCONTACT etc)

Mercados de carbono

Es un mercado voluntario de emisiones de carbono que ofrece a los inversionistas y público en general la posibilidad de invertir en proyectos que apoyen el desarrollo sustentable y reducción de emisiones GEI. Por este medio los inversionistas podrían comprar bonos de carbono de proyectos nacionales.

Actualmente no se tiene registrados en el país proyectos que cuenten con este tipo de financiamientos

Según el informe del Banco Mundial (2022) el precio del carbono en la Unión Europea es de entre 40 a 80 USD por tonelada de CO2, lo cual en caso de regularse e integrarse a los mercados de carbono se pueden obtener ingresos adicionales para los proyectos de valorización de residuos

Cuadro No. 82: Alternativas de financiamiento de proyectos de Residuos sólidos

Alternativa de Financiamiento	Descripción	Ventajas	Desafíos

Tarifas Municipales	Tarifas por recolección y tratamiento de residuos.	Ingresos constantes basados en servicios.	Resistencia pública. Necesidad de sistema de cobranza.
Bonos Verdes	Bonos para financiar proyectos con beneficios medioambientales.	Atracción de inversores sostenibles. Condiciones favorables.	Certificación del impacto ambiental.
Financiamiento Multilateral	Préstamos o subvenciones de entidades internacionales.	Tasas de interés bajas. Periodos de gracia.	Procesos de aprobación largos. Requerimientos burocráticos.
Créditos Comerciales	Préstamos de bancos comerciales.	Procesos de requisitos adaptados al contexto local	Tasas de interés más altas y alta burocracia para este tipo de proyectos
Fondos de Carbono	Venta de créditos de carbono por reducción de emisiones.	Ingresos adicionales. Promoción de sostenibilidad.	Certificación y monitorización de reducciones.
Asociaciones Público-Privadas (APP)	Acuerdos entre entidades públicas y privadas.	Combinación de recursos y experiencia.	Coordinación y términos claros de asociación.
Financiamiento Participativo (Crowdfunding)	Recaudación de fondos a través de plataformas en línea.	Enganche comunitario. Financiamiento de proyectos innovadores.	No adecuado para grandes proyectos. Necesidad de campañas de marketing.

Subsidios Gubernamentales	Fondos del gobierno para proyectos específicos.	No requiere devolución. Puede cubrir grandes porciones del proyecto.	Procesos burocráticos. Cambios en políticas gubernamentales.
Financiamiento Basado en Resultados	Desembolso tras alcanzar metas predefinidas.	Uso eficiente de fondos. Garantiza resultados.	Monitoreo y verificación de resultados.
Donaciones de Entidades Filantrópicas	Fondos de organizaciones no gubernamentales o fundaciones.	No requiere devolución. Puede estar dirigido a proyectos innovadores.	Limitaciones en cantidad. Posibles condiciones específicas.

Fuente: Elaboración propia

La sostenibilidad económica de los sistemas de gestión de RSM puede ser viable por mecanismos de tributación, financiación y de valorización de los residuos mediante la recuperación de materiales orgánicos e inorgánicos, recuperación energética por medio de modalidades de tratamiento y la disposición final de los mismos.

Por lo general, asegurar y garantizar la sostenibilidad económica para la instalación y el funcionamiento de nuevas tecnologías en el sector de residuos es un reto debido a la fragmentación y dispersión de los municipios. Una opción para la adecuada asimilación de dichas tecnologías es la gestión mancomunada (unión de varios municipios como podria ser la RMSC) de los residuos sólidos, que ofrece varios beneficios:

- menores costos de inversión por cada institución participante;
- optimización de los recursos humanos y económicos;
- costos reducidos de mantenimiento y operación del sistema;
- mayor control para una buena gestión de manejo de residuos;
- tarifas de recaudación más bajas.

Segun la opinion de un grupo de expertos y representantes de instituciones dentro de la RMSC , en el taller llevado a cabo para el presente trabajo (Revisar anexo 2) las principales alternativas de financiamiento para ser implementadas en proyectos de valorización de RSU son :

- Asociaciones Público Privadas (APPs) - 27%
- Financiamiento multilateral (Cooperación internacional)- 23%
- Tarifas municipales- 20%

- Emisión de bonos verdes -10%
- Donación de entidades filantrópicas- 10%
- Las demás alternativas (Subsidios gubernamentales, financiamiento participativo Crowdfunding, créditos comerciales de la banca local) representan menos de un 3% cada una.

Como mencion importante también se sugiere la reglamentación de la responsabilidad extendida del productor el cual es un enfoque de política ambiental en el cual la responsabilidad del productor se extiende hasta el fin del ciclo de vida del producto. Se caracteriza por la transferencia de responsabilidad (física y/o económica, completa o parcial) hacia el productor y el suministro de incentivos a los productores para que tengan en cuenta consideraciones ambientales desde la etapa del diseño del producto

Para poder financiar proyectos de aprovechamiento de RSU existe una serie de productos e instituciones financieras como los descritos anteriormente. Sin embargo estos recursos no parecen ser suficiente incentivo para detonar la generación de este tipo de proyectos esto puede deberse a algunos factores como:

- Viabilidad de los proyectos de RSU: Existe coincidencia por parte de donadores, prestatarios y expertos que el aprovechamiento de RSU es en su mayoría inviable cuando no se cuenta desde el inicio con un adecuado manejo de residuos
- Falta de incentivos alineados entre sociedad y autoridades
- Desconocimiento y falta de interés para acceder a fuentes financieras
- Desconocimiento para evaluar un sector incipiente y nuevo

Dada la existencia de un gran número de fuentes de financiamiento, es importante que la RMSC sea capaz de acceder a recursos de diferentes fuentes, y luego mezclar éstos con el propósito de acceder a una más amplia gama de instrumentos financieros; lo cual incluye la formulación de programas, proyectos y enfoques de amplitud sectorial que puedan atraer mayor financiamiento público y privado.

Comparativa entre financiamiento sostenible y comercial

Cuadro No. 83: Comparativa financiamiento sostenible vs comercial

Aspecto	Financiamiento Sostenible	Financiamiento de la Banca Comercial
Objetivo Principal	Impulsar proyectos con impacto positivo en el medio ambiente y/o sociedad.	Proporcionar financiamiento para proyectos que se consideren rentables.
Criterios de Evaluación	Considera criterios financieros y ESG (ambientales, sociales y de gobernanza).	Foco en la capacidad crediticia y rentabilidad del proyecto.
Costo del Capital	Puede ofrecer tasas preferenciales	Tasas basadas en factores de mercado y

	más bajas para proyectos sostenibles.	perfil de riesgo del solicitante.
Instrumentos Disponibles	Bonos verdes, bonos sociales, bonos sostenibles, préstamos sostenibles, etc.	Préstamos comerciales, líneas de crédito, hipotecas, etc.
Stakeholders Involucrados	Incluye ONGs, organismos internacionales, sociedad civil, entre otros.	Principalmente partes directamente relacionadas con la transacción financiera.
Requisitos de Reporte	Reportes periódicos sobre impacto social y/o ambiental.	Reporte centrado en el desempeño financiero y cumplimiento de términos del préstamo.
Riesgos Asociados	Riesgos reputacionales si no se cumplen estándares de sostenibilidad.	Riesgos relacionados con el desempeño financiero del solicitante y factores de mercado.

Fuente: Elaboración propia

El financiamiento sostenible se centra en combinar rentabilidad con impacto positivo en la sociedad y el medio ambiente, el financiamiento de la banca comercial se orienta principalmente hacia la rentabilidad financiera. Sin embargo, es importante notar que la línea entre ambos está comenzando a desdibujarse a medida que más bancos comerciales integran criterios ESG en sus operaciones y estrategias de financiamiento debido a la creciente demanda de sostenibilidad en los mercados financieros.

8.8. Modelos de negocio más recomendables

Cuadro No. 84: Modelo de negocio para alternativas planta MBT

Componente del Canvas	Descripción para Planta MBT
Segmentos de Clientes	- Municipios locales, Empresas públicas o privadas ,Comunidades y población en general Plantas de reciclaje y procesamiento secundario,Plantas de energía a partir de residuos, empresas de industria del reciclaje

Propuesta de Valor	Gestión sostenible y eficiente de residuos,- Reducción de residuos destinados a vertederos (Reducción de impacto ambiental) Producción de materiales reciclables y compost, Contribución a objetivos medioambientales y de sostenibilidad
Canales	- Contratos públicos,Asociaciones con recicladores y plantas de tratamiento Venta directa de subproductos como compost o materiales reciclados, plataforma en línea para promover servicios e información
Relaciones con Clientes	- Contratos a largo plazo Consultas y reuniones periódicas Servicios postventa (por ejemplo, reportes de impacto ambiental) y servicio técnico de equipos, capacitaciones y asesoramiento especializado en GIRS.
Fuentes de Ingreso	Pagos por tratamiento de residuos,Venta de materiales reciclables y subproductos generados del proceso, Venta de compost Posibles créditos o incentivos ambientales
Recursos Clave	- Infraestructura de la planta MBT ,Tecnología de separación y tratamiento (Equipos mecánicos automatizados),- Personal capacitado, Licencias y permisos, alianzas estratégicas con proveedores de equipos de alta calidad
Actividades Clave	- Recepción y clasificación de residuos,- Procesamiento mecánico y biológico,- Venta y distribución de subproductos,Mantenimiento y actualización de equipos, monitoreo y control de procesos, gestión de calidad de subproductos
Socios Clave	Proveedores de tecnología y maquinaria, Municipios y gobiernos - Organizaciones medioambientales ,Empresas de reciclaje y procesamiento,instituciones de investigación y desarrollo, recolectores

Estructura de Costos	- Adquisición y mantenimiento de equipos, Salarios y capacitación del personal ,Costos operativos (energía, agua, etc.),Licencias y permisos

Fuente: Elaboración propia

Cuadro No. 85: Modelo de negocio para planta de compostaje de residuos orgánicos

Segmento	Descripción para planta compostaje
Segmentos de Cliente	- Municipalidades o gobiernos locales. Agricultores y jardineros. Empresas de paisajismo. Hogares.
Propuesta de Valor	- Reducción de residuos enviados a vertederos. Compost de alta calidad para la agricultura.Sostenibilidad ambiental.
Canales	- Ventas directas a agricultores. Tiendas de jardinería. Sitio web y redes sociales.Alianzas con municipalidades.
Relaciones con Clientes	- Contratos a largo plazo. Programas de lealtad para compradores frecuentes. Servicio al cliente y soporte técnico.
Flujos de Ingreso	- Venta de compost.Servicios de recolección de residuos orgánicos.Subvenciones o incentivos gubernamentales.
Recursos Clave	- Equipos de compostaje. Terreno o instalación. Personal capacitado. Transporte para recolección.

Actividades Clave	- Recolección de residuos orgánicos. - Proceso de compostaje. Control de calidad.Marketing y ventas.
Asociaciones Clave	- Proveedores de equipos. Municipalidades. Agricultores y asociaciones agrícolas.ONGs ambientales.
Estructura de Costos	- Mantenimiento de equipos. Salarios y capacitación. Transporte y logística. Marketing y publicidad.

Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES.

- La Gestión Integral de Residuos Sólidos es un elemento esencial para el desarrollo sostenible de una Región Metropolitana, cuyos impactos sociales se entrelazan de manera compleja y profunda con la salud, el bienestar y la equidad de la población.
- La coordinación y gobernanza entre los municipios que componen esta región son fundamentales para aprovechar los beneficios potenciales de la GIRS, optimizando recursos, fomentando la inclusión social y avanzando hacia un futuro más próspero y sustentable.
- Las corrientes mundiales para el aprovechamiento de residuos se pueden agrupar en dos: el tratamiento de los residuos según sus características particulares (que aplican tecnologías y sistemas de tratamientos mecánicos y biológicos) y los tratamientos de

termovalorización (tratamientos de térmicos con aprovechamiento energético), como tecnologías conocidas y avaladas en instituciones reconocidas principalmente de la Unión Europea.

- Para la implementación, eficiencia y eficacia de una tecnología de valorización de residuos, debe considerarse (preferentemente) la recolección selectiva, toda vez que la calidad de los productos obtenidos así como su consecuente comercialización depende en gran medida de esta forma de gestión.
- En América Latina y el Caribe son pocos los casos de grandes instalaciones de valorización de residuos sólidos que hayan podido solucionar a través de plantas implementadas en una sola ubicación la totalidad de residuos sólidos generados dentro de su jurisdicción. Los pocos casos de tecnologías probadas en regiones similares constituyen una barrera técnica que deberá considerarse para la elección de una tecnología de estas características.
- Antes de implementar una tecnología de valorización, las regiones o municipios deben seguir la jerarquía de aprovechamiento donde en primera instancia estaría la reutilización y el reciclado, después las tecnologías o tratamientos biológicos y posteriormente como una tecnología complementaria el aprovechamiento energético de residuos urbanos como una mejor alternativa o la disposición final o eliminación en rellenos sanitarios o botaderos.
- Como regla general, si el municipio no puede cumplir con los requerimientos para adoptar una tecnología de tratamiento de residuos, debe enfocarse en solucionar las deficiencias de su sistema de recolección y transporte y fortalecer su cobertura, así como las condiciones bajo las cuales se lleva a cabo la disposición final de los residuos, antes de dar el siguiente paso hacia la valorización de los residuos. Las alternativas de tratamiento y valorización se recomiendan especialmente en las zonas que han alcanzado altos estándares de cobertura y calidad en las actividades de recolección, transporte y disposición final de los residuos.
- Las tecnologías de aprovechamiento y valorización de residuos sólidos urbanos (RSU) deben ser consideradas de manera conjunta, es decir, una tecnología por sí sola no es una alternativa viable para la valorización. Se debe preferir soluciones multimodales, es decir, definir escenarios en los cuales se combinan diferentes técnicas de tratamiento
- El reciclaje y la gestión de residuos sólidos desempeñan un papel fundamental en el desarrollo sostenible y la economía circular. Además de los beneficios ambientales, el reciclaje también contribuye significativamente a la creación de empleo en diferentes sectores de la economía.
- El empleo informal desempeña un papel importante en la gestión de residuos y el reciclaje en muchos países de América Latina. Es esencial tener en cuenta esta dimensión en el análisis de empleos verdes, ya que los recolectores informales pueden contribuir significativamente a la recuperación de materiales reciclables

- La colaboración entre el sector privado, las organizaciones no gubernamentales y la sociedad civil es fundamental para el crecimiento y desarrollo sostenible del sector del reciclaje. Es importante analizar el papel de cada uno de estos actores en la generación de empleos verdes y el impulso de la economía circular.

- El impacto deseado del proyecto de gestión integral de residuos sólidos (GIRS) para la región metropolitana de Santa Cruz desde el enfoque del desarrollo sostenible es transformar la región metropolitana y hacerla más sostenible, reduciendo la cantidad de residuos que se envían a los rellenos sanitarios, recuperando y reciclando materiales, minimizando la contaminación del aire y del agua, y creando empleos en la industria de gestión de residuos.

- La implementación de una planta de aprovechamiento de compost, con productos aptos para la agricultura, no es posible si antes los Municipios de la RMSC implementan un sistema de recolección diferenciado de los residuos sólidos. Este aspecto es importante porque es parte de la sostenibilidad y porque se asegura un flujo constante de materia prima (residuos orgánicos) separada y libre de contaminantes (pilas y otros) para la planta.
- Las técnicas de tratamiento y valorización deben implementarse de forma progresiva, por fases ya que, de acuerdo con la experiencia internacional, ninguna ciudad ha resuelto el problema de la gestión de residuos con un único proyecto y en un único momento.
- Se requiere tener planificación estratégica de largo plazo desarrollando rutas críticas a nivel de la RMSC debido a que los proyectos superan los plazos de las gestiones municipales y departamentales
- Según datos del Instituto Cruceño de Estadísticas (ICE,2023), la región metropolitana alberga a 2.811.335 habitantes, en donde el 80% se encuentra concentrado en el municipio de Santa Cruz de la Sierra y el restante en los otros cinco municipios. Esta cantidad de población genera en sus hogares 2.004,13 Toneladas de residuos al día lo que se traduce en 731.507,06 Toneladas de residuos domiciliarios al año.
- Según la metodología del Banco Interamericano de Desarrollo, se identifica que Santa Cruz de la Sierra es el único municipio de la región metropolitana que se encuentra en una situación favorable para la implementación y adopción de tecnologías de tratamiento y/o valorización de residuos, puesto que cuenta con un servicio de aseo urbano con una cobertura suficiente y un sitio de disposición final adecuado a normas técnicas. El resto de los municipios se encuentran en una situación menos favorable en donde tendrían que tratar de incrementar la cobertura del servicio de aseo y adecuar o implementar un sitio de disposición adecuado, además de todas las actividades de planificación, incremento de recursos económicos, personal suficiente y capacitado.
- Para la segunda mitad de la gestión 2023, Santa Cruz de la Sierra a través de EMACRUZ, se encuentra implementando un Programa Municipal que incorpora componentes de aprovechamiento de residuos como una recolección diferenciada de materiales reciclables en puntos y zonas estratégicas de la ciudad con la inclusión de recuperadores de base y recolectores. Por otro lado se encuentran en la etapa de

preinversión para la implementación de una planta municipal de compostaje y una planta de tratamiento mecánico biológico (Planta TMB) para los residuos domiciliarios.

- Existe el apoyo técnico y coordinación entre el gobierno departamental, los Gobiernos Municipales y otros actores como lo son las agencias de cooperación internacionales, más específicamente Swisscontact, GIZ, además de fundaciones locales, negocios verdes y recuperadores de base que a través del Comité Metropolitano de Gestión Integral de Residuos Sólidos, se encuentra un espacio para mejorar la gestión integral de los residuos en toda la región metropolitana dentro de un marco de cooperación interinstitucional que solucione los problemas actuales y encaminados al aprovechamiento, reciclaje, reuso, tratamiento y valorización con la visión de economía circular.
- Para el armado de los acuerdos necesarios , también será importante contar con estudios técnicos que aporten certeza y objetividad, disminuyendo los riesgos vinculados a visiones subjetivas o a la repetición de modelos que solo son válidos para contextos determinados.
- La Gestión Integral de Residuos Sólidos en Bolivia se caracteriza por tener parámetros y directrices nacionales específicas pero que no se complementan, necesariamente, con las realidades locales efectivas, estableciendo disposiciones, metodologías y procedimientos, que en muchos casos, en vez de fortalecer la actividad gubernamental, evidencian las asimetrías y capacidades institucionales. Esta realidad se materializa en la Región Metropolitana de Santa Cruz, donde existe una dependencia operativa, técnica, tecnológica y conceptual de gran parte de los municipios para con la ciudad núcleo de esta región.
- Las debilidades institucionales en cuanto a la operación, sumado a los esquemas de coordinación y participación ciudadana limitados, profundizan las adversidades de trabajo colaborativo a partir de una visión de gobernanza metropolitana de la GIRS, que si bien tiene avances y esfuerzos de institucionalidad importantes, la ausencia de posibles voluntades políticas, insumos técnicos suficientes y una estructura pública funcional para afrontar la integración metropolitana de estos temas, sitúa al modelo como tal en una etapa de construcción y preliminar.
- La falta de instrumentos (legales, de planificación, de gestión, de financiamiento y otros), a escala subnacional, dificulta el fortalecimiento de la institucionalidad metropolitana en cuanto a la GIRS, lo que consecuentemente, dificulta significativamente la implementación de mecanismos de coordinación interinstitucional, por ende, los impactos de la participación de estos actores.
- En el análisis de actores involucrados en la GIRS con impacto en el modelo de gobernanza metropolitano, se evidencia que el grupo más vulnerable en cuanto a capacidades es el de los “recolectores” (actor económico), en contraposición a sus pares tanto los micro, los medianos y los grandes empresarios del sector, los cuales ejercen un dominio indirecto sobre la actividad de estos actores. Las condiciones complejas de estos actores como ser la participación de hombres y mujeres, niños, jóvenes y adultos mayores, sitúa a estos actores con una clara necesidad de atención; este escenario, de igual manera, se enmarca por la falta de capacidades operativas, técnicas y tecnologías, así como la necesidad de insumos, recursos y políticas públicas

de impulso y empoderamiento, par transforma la condición de desventaja que poseen y potenciar la institucionalidad de la GIRS.

- Al margen de las instancias de gobernanza local, departamental o nacional que puedan existir por parte de los distintos niveles de gobierno, el escenario metropolitano del GIRS cobra forma a partir de la creación de la Comisión Metropolitana de Residuos Sólidos, impulsada por la Gobernación cruceña. Esta acción de fortalecimiento institucional e impulso de gobernanza metropolitana. deberá asumir retos extremadamente complejos, comos ser: la promoción de decisiones vinculantes, el impulso a la planificación metropolitana, la generación de alternativas tecnológicas e innovadoras, la gestión del financiamiento, la gerencia metropolitana y sobre todo, la construcción de una visión unificada, empoderada y multidimensional (económico, social y ambiental) de la GIRS entre todos sus integrantes.
- El Marco normativo es insuficiente y desactualizado. La Ley del medio ambiente Nº1333, los reglamentos de la misma, las normas bolivianas al igual que la Ley No. Ley N° 755 de fecha 28 de octubre de 2015, han sido elaborados hace más de una década, quedando a la fecha desactualizados en relación a la dinámica de la gestión integral de residuos sólidos y los cambios estructurales en el Estado Plurinacional de Bolivia.
- La falta de coercitividad así como los vacíos de las normas legales generales vigentes, ha derivado en que gobiernos departamentales y municipales no prioricen la gestión de residuos sólidos, lo que conlleva a que los al momento de elaborar e implementar sus proyectos no sea posible ejecutarlos.

RECOMENDACIONES.

- Elegir soluciones multimodales, en los cuales se combinen diferentes técnicas de tratamiento, según las características de los residuos y la existencia de mercado que demande los productos recuperados, que puedan implementarse de forma progresiva mediante fases o módulos; y que estos escenarios estén articulados con la planificación municipal y una visión de gestión integral de los residuos sólidos urbanos a mediano y largo plazo.
- Elegir tecnologías cuyos productos recuperados cuenten con un mercado ampliamente desarrollado, donde se tenga un alto nivel de certeza de que los recursos serán demandados y se generarán los ingresos esperados. Igualmente, es necesario incentivar la creación de mercados que aseguren la demanda, mejoren los precios y reduzcan los riesgos de comercialización de los materiales o recursos recuperados.

- Elegir técnicas ampliamente probadas. Sobre todo en la RMSC y a nivel nacional, donde los recursos disponibles para inversión son limitados, es necesario preferir tecnologías que ya hayan sido utilizadas a escala comercial
- Implementar separación en origen: para mejorar la eficiencia del proceso de gestión de residuos.
- Promover la concientización y sensibilidad de la población a través de programas que promuevan el cambio de normas y comportamientos sociales de forma que se genere conciencia acerca de la necesidad de separar y reciclar los residuos desde el origen y la importante labor que realiza la población recicladora.
- Es fundamental realizar un Estudio a Diseño Final de cada una de las alternativas propuestas para realizar la evaluación financiera, ambiental, social con componentes de ingenieria que permita profundizar y reducir los riesgos inherentes a los proyectos de valorizacion de residuos
- Incentivar implementación de tecnologías de tratamiento biológico: Como el compostaje y la digestión anaerobia que son técnicas eficaces para la gestión de RSU para un mejor aprovechamiento de los residuos orgánicos que son más del 50% del total de la RMSC
- Establecer un plan de GIRS metropolitano: las hojas de ruta y la planificacion estrategica deben agregarse a los planes municipales (o regionales) de gestión integral de residuos sólidos, así como a los demás instrumentos de planificación territorial (por ejemplo, en los planes de ordenamiento territorial, los planes de desarrollo y otros similares).
- Fortalecer la coordinación interinstitucional entre las diversas instituciones, tanto a nivel nacional, departamental, como, especialmente, municipal, a través del establecimiento de mecanismos entre las distintas instituciones públicas con competencias en relación con los residuos
- Mejorar y fortalecer los marcos normativos regulatorios de los residuos, estableciendo directrices claras y concretas sobre las funciones y obligaciones de los actores que participan en la gestión de residuos, incluyendo recuperadores/as, procurando evitar la duplicidad y competencia en las tareas. Asimismo, se deben generar normas públicas que regulen los diferentes tipos de residuos.
- Es necesario visualizar los residuos como materiales para un nuevo proceso y no como un elemento descartable. Para ello, se deben internalizar los conceptos de valorización de materiales, más que de valorización de residuos, y de producto usado, en vez de residuo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Manzi, Veronica; Rendón, Laura y otros (2019). Estado de la Valorización de Biorresiduos de Origen Residencial en Grandes Centros Urbanos. Universidad del Valle, Cali, Colombia.

2. Edo-Alcón, Natalia; Gallardo, Antonio y otros (2019). El Tratamiento Mecánico Biológico de Residuos Sólidos Urbanos: Tipos de Plantas, tecnologías y Equipamiento Disponibles. VII Simposio Iberoamericano en Ingeniería de Residuos. Asunción, Paraguay.
3. Cueto, Nicolás (2017). Evaluación de Tecnologías para la Reutilización, Valorización y Disposición de Residuos. Santiago, Chile.
4. Guillén, Marusela (2018). Estudio de distintas Tecnologías para Gestión y Valorización Energética de RSU en la Comunidad de Madrid. Madrid, España.
5. BID (2015). Situación de los Residuos Sólidos en América Latina y el Caribe.
6. GIZ (2017). Opciones para el Aprovechamiento Energético de Residuos en la Gestión de Residuos Sólidos Urbanos.
7. GIZ (2016). Herramienta de Evaluación Rápida de Tecnologías de valorización energética de residuos.
8. Ministerio del Medio Ambiente (2017). Guía para la Selección de Tecnologías de manejo Integral de Residuos Sólidos. Colombia
9. DeLuca, Marcela; Giorgi Nestor (2015). Estudio de Estrategia y Factibilidad de la Gestión de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) para la República Argentina - Cámara Argentina de la Construcción.Buenos Aires, Argentina.
10. OIT (2021).¿Cómo impulsar la creación de empleos verdes en economía circular?
11. Fundacion Amigarse (2022). Resiliencia, sueños e impacto. Una mirada a la realidad de los recolectores de Santa Cruz de la Sierra.
12. BID (2022). Hacia la valorización de residuos en América Latina y el Caribe.
13. The Economist (2017). Avances y desafíos para el reciclaje inclusivo: Evaluación de 12 ciudades de América Latina y el Caribe
14. INE (2023) .Encuesta continua de empleo.
15. BID (2021) . De residuos a recursos: Articulando lo ambiental, lo social y lo económico.
16. BID (2013). Desarrollo de planes de inclusión para recicladores informales
17. CAF (2018). Economía circular e innovación tecnológica en residuos sólidos. Oportunidades para América Latina
18. OIT y BID (2020). El empleo en un futuro de cero emisiones netas en América Latina y el Caribe.
19. BID (2021). Hacia un reciclaje inclusivo: Experiencias y desafíos de la formalización de clasificadores de residuos en Montevideo.
20. Swisscontact (2010). Manejo de residuos sólidos- El caso de Bolivia.
21. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), 2017, UN ENFOQUE MULTIDIMENSIONAL PARA ABORDAR LA AGENDA 2030.
22. Chaverra Gómez, CE (2023). Política nacional de educación ambiental y su incidencia en la educación para el desarrollo sostenible en los docentes de básica primaria en el departamento de Córdoba - Colombia. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar.
23. Vargas Cairo, C., Rodríguez Tarazona, J., Peralta Palomino, M., Wong Baquero, FD, & Silva Flores, TE (2022). Importancia de las estrategias educativas sobre el conocimiento de la flora y la fauna, fomentando el cuidado del medio ambiente en la Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle. Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores.

24. Hernández Vigilia, EP (2020). La educación ambiental y el fortalecimiento de la conciencia ambiental en el estudiante universitario.
25. Abreu, IC, Baláez, TE, Guerra, KL, Palenzuela, RF, Lorenzo, EL, Fernández, PL, Osmán, ED, Estévez, ND. Rodríguez, MZ (2019). Sistematización de resultados científicos para el perfeccionamiento de la educación ambiental para el desarrollo sostenible en el Sistema Nacional de Educación.
26. Careli Isabel Vivas Franco (2022). Trabajo y Justicia Social: Participación Ciudadana frente al Cambio Climático, Experiencias de abordaje en gobiernos locales. Fundación Friedrich Ebert Stiftung & Red Argentina de Municipios frente al Cambio Climático.
27. Estefani Rondón Toro, Marcel Szantó Narea, Juan Francisco Pacheco & Eduardo Contreras Alejandro Gálvez (2016). Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios. CEPAL y Ministerio de Desarrollo Social, Gobierno de Chile.
28. Claudia Del Carmen Gomez Barrios, Nimia Del Socorro Montenegro Lobato & Margarita Beatriz Vásquez Bermúdes (2015). MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN ALGUNAS DEPENDENCIAS DE LA IED POZOS COLORADOS, Fundación Universitaria de los Libertadores.
29. Alvins Reyes Curcio, Nila Pellegrini Blanco & Rosa E Reyes Gil (2015). El reciclaje como alternativa de manejo de los residuos sólidos en el sector minas de Baruta, Estado Miranda,Venezuela. Revista de Investigación, vol. 39, núm. 86, pp. 157-170, 2015
30. CEPAL (2016) Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios, Naciones Unidas, Julio 2016
31. Fromella, C & Pinedo, R (2023). Diagnóstico de género para el sector de gestión de residuos en la economía circular, La Paz, Bruselas, Unión Europea
32. GADSC. (2022). Cálculo de generación, densidad y composición de los residuos sólidos en la región metropolitana, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.: Gobierno Autónomo Departamental de Santa Cruz.
33. Bezerra Leite, C. H., Machado Moita Neto, J., & Bezerra, A. (2022). Novo marco legal do saneamento básico: alteraciones y perspectivas. Ingeniería Sanitaria y Ambiental / DOI: 10.1590/s1413-415220210311 - Identificación del cuerpo: 254756621.
34. Bolivia. (1995). Reglamento para Gestión de Residuos Sólidos, 8 de diciembre de 1995. La Paz, Bolivia.: https://www.lexivox.org/norms/BO-RE-DS24176F.html.
35. Ministerio de Medio Ambiente y Aguas de Bolivia, “MMAyA”. (2016). Reglamento General Gestión integral de residuos, 19 de octubre de 2016; REGLAMENTO GENERAL DE LA Ley Nº 755, DE 28 DE OCTUBRE DE 2015, DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS . La Paz, Bolivia.: https://www.lexivox.org/norms/BO-RE-DSN2954.html.
36. Cañas Rey, M. C., & Combariza Roa, E. A. (2013). Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos para el Municipio de Valle de San José . ID del cuerpo: 162645119.

37. CEPAL. (2017). Gobernanza metropolitana de residuos sólidos: una propuesta para América Latina y el Caribe. Santiago de Chile: Naciones Unidas.

38. CEPAL. (2021). Gobernanza Metropolitana en América Latina: un panorama de las experiencias contemporáneas desde una perspectiva comparada. Brasilia: CEPAL; IPEA, 2021. LC/BRS/TS.2021/4. p. 281-300 / https://hdl.handle.net/11362/47788.

39. Correal, M., Faleiro, C., Piamonte, C., Rihm, J., & Zambrano, M. (2023). Sostenibilidad financiera de la gestión de residuos sólidos en América Latina y el Caribe. DOI: 10.18235/0004797 - Identificación del cuerpo: 257887768.

40. JICA (2017). Estudio de factibilidad para el diseño y operación de plantas de separación mecánico biológicas de residuos sólidos en América Latina

41. BID (2023). Sostenibilidad financiera de la gestión de residuos sólidos en América Latina y Caribe.

42. Swisscontact (2023). Análisis de viabilidad para selección de alternativas de tratamiento y valorización de residuos sólidos urbanos en el municipio de Santa Cruz de la Sierra

43. EPA EEUU (2015) .Economic Analysis of Composting Facilities in the United States

44. OIT (2012) Empleos verdes para un Desarrollo Sostenible. El caso Español

45. Journal of the American Mosquito Control Association (2010). Composting: A Potential Tool for Mosquito Control

46. Waste Management (2009) The Impact of Composting on Rodent Populations

47. OPS (2017) Estudio de factibilidad para el diseño y operación de plantas de compostaje de residuos sólidos en América Latina

48. Delgado, M., & Tudela, F. (2016). Gobernanza metropolitana de residuos sólidos: un análisis de casos en América Latina. Revista de Estudios Sociales, 56, 141-154.

49. GADSC. (2021). Política Departamental de Cambio Climático. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.: Gobierno Autónomo Departamental de Santa Cruz.

50. GADSC. (2023). Plan Territorial de Desarrollo Integral para Vivir Bien 2021 - 2025. Gobierno Autónomo Departamental de Santa Cruz.

51. GAMC. (2023). Plan Territorial de Desarrollo Integral para Vivir Bien 2021 - 2025. Gobierno Autónomo Municipal de Cotoca.

52. GAMET. (2023). Plan Territorial de Desarrollo Integral para Vivir Bien 2021 - 2025. Gobierno Autónomo Municipal de El Torno.

53. GAMLG. (2023). Plan Territorial de Desarrollo Integral para Vivir Bien 2021 - 2025. Gobierno Autónomo Municipal de La Guardia.

54. GAMP. (2023). Plan Territorial de Desarrollo Integral para Vivir Bien 2021 - 2025. Gobierno Autónomo Municipal de Porongo.

55. GAMSCZ. (2023). Plan Territorial de Desarrollo Integral para Vivir Bien 2021 - 2025. Gobierno Autónomo Municipal de Santa Cruz de la Sierra.

56. GAMW. (2023). Plan Territorial de Desarrollo Integral para Vivir Bien 2021 - 2025. Gobierno Autónomo Municipal de Warnes.

57. GIZ. (2009). Planificación Institucional. Conceptos claves e instrumentos metodológicos utilizados en los Procesos de Asesoramiento de la Cooperación Técnica Alemana GTZ. La Paz, Bolivia: Autores: Rivera Zabaleta, Jorge-Supervisor; Rivera Méndez, René / Editorial: GTZ. PADEP .

58. GACETA OFICIAL DEL ESTADO PLURINACIONAL DE BOLIVIA.

59. Kons García, S., & Álvarez Urquijo, F. J. (2019). Gobernanza metropolitana de residuos sólidos: una revisión sistemática de la literatura. Revista Internacional de Ciencias Sociales y Humanidades, 29(1), 29-44.

60. Lado, I. (2018). Tema 6: Gestión Integral de Residuos, Relatoría del Taller 2. MM Montevideo del Mañana, Intendencia de Montevideo. /https://montevideo.gub.uy/sites/default/files/biblioteca/relatoriatema6-taller2.pdf.

61. López-Yamunaqué, A., & Iannacone, J. (2021). La Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos en América Latina. Geografía, Paideia XXI / DOI: 10.31381/PAIDEIA - ID del cuerpo: 238796869.

62. MMAyA - APMT. (2021). Contribución Nacionalmente Determinada (CND) del Estado Plurinacional de Bolivia, Actualización de las CDN para el periodo 2021-2030 en el marco del Acuerdo de París. . La Paz, Bolivia.: Ministerio de Medio Ambiente y Aguas - Autoridad Plurinacional de la Madre Tierra.

63. MMAyA. (2017). Plan Sectorial de Desarrollo Integral del Ministerio de Medio Ambiente y Agua (2016 - 2020). La Paz, Bolivia.: Ministerio de Medio Ambiente y Aguas, Estado Plurinacional de Bolivia.

64. MMAyA. (2019). Guía para la Preparación del Estudio de Diseño Técnico de Preinversión en Gestión Integral de Residuos Sólidos. La Paz, Bolivia.: Ministerio de Medio Ambiente y Aguas, Viceministerio de Agua Potable y Saneamiento Básico / Financiado por la Fundación Suiza de Cooperación para el Desarrollo Técnico “Swisscontact”.

65. Ortega-Ramírez, A., Marín-Maldonado, D., & Castro, N. (2022). Problemas de la Generación, Disposición y Tratamiento de los Residuos Sólidos en el Municipio de Quibdó, Colombia. (Producción + Limpieza) DOI: 10.22507/pml.v16n2a9l - identificación del cuerpo: 246118915.

66. Redondo, M. (2014). Modelo conceptual para la gestión de residuos sólidos urbanos en Colombia. ID del cuerpo: 164355334 .

67. Sarmiento, L. (2017). Formulación de la Línea Base para el Manejo de los Residuos Sólidos en el Municipio de Sabanalarga – Atlántico y sus Corregimientos Aledaños. ID del cuerpo: 165915484.

68. Tomás, M. (2018). Modelos de Gobernanza Metropolitana. PID_00261938 / Universitat Oberta de Catalunya & Fundación metrópolis (Ajuntament de Barcelona).

69. Torres Linares, C. F. (2022). Aportes de la academia sobre la gestión de residuos sólidos en Bolivia vacíos y perspectivas de un campo de investigación. Revista de Ciencia, Tecnología e Innovación / DOI: 10.56469/rcti.vol20n25.703 - Identificación del cuerpo: 251787431.

70. Fundación PAP (2013). Estudio de mercado de residuos sólidos reciclables en Bolivia

71. Unión Europea (2023) Fortalecimiento de capacidad institucional. Diagnóstico de género para el sector de gestión de residuos sólidos en la economía circular
72. Swisscontact (2022) Diagnóstico Nacional de negocios verdes en Bolivia
73. CEPAL (2016) Guia general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios
74. Swisscontact para el Gobierno Autónomo Municipal de Santa Cruz de la Sierra (2023)- Estudio de diseño técnico de preinversión “Planta de compostaje complejo de tratamiento San Miguel de los Junos”
75. BID (2022). Hacia la valorización de residuos solidos en America Latina y el Caribe
76. BID (2021). De residuos a recursos, Articulando lo ambiental, lo social y lo económico
77. Cooperación Suiza en Bolivia. Proyecto Biogás. Producción sostenible a gran escala de abono orgánico y biogás con residuos orgánicos del sistema de aseo urbano
78. Secretaría de energía de México y Cooperación alemana GIZ (2016). Potencial para la valorización energética de residuos urbanos en México, a través de coprocesamiento de hornos cementeros
79. Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MMAyA) (2012). Guia para la presentación de proyectos de preinversión de residuos sólidos
80. GIZ (2017). Opciones para el aprovechamiento energético de residuos en la gestión de RSU
81. Swisscontact y EMACRUZ (2023). Análisis de viabilidad para selección de alternativas de tratamiento y valorización energética de residuos sólidos urbanos para el Municipio de Santa Cruz de la Sierra
82. Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MMAyA) (2019). Guia para la preparación del estudio de diseño técnico de preinversión en GIRS Proyectos menores.
83. Cámara Nacional de Industrias. Estudio de mercado de residuos reciclables y aprovechables para el Municipio de Santa Cruz de la Sierra
84. Banco de Desarrollo de América Latica (CAF) (2018). Economía circular e innovación tecnológica en residuos sólidos.
85. Embajada de España en Bolivia (2022). El mercado de la gestión de residuos sólidos en Bolivia

86. Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MMAyA) (2013). Guia para el aprovechamiento de Residuos sólidos orgánicos mediante compostaje y lombricultura.

ANEXOS:

Anexo No. 1: Reuniones Institucionales.

Reunión No. 1: Despacho de la Vicegobernación

CONCREVIAL | BEL ACTAS DE REUNIONES

REUNIÓN 1
FECHA: 19 de Julio, 2023
HORA: 14:00 Hrs
FORMATO: Presencial

PRESENTES:
Concrevial:
- Carlos Velarde
- Bruno Clavijo
- Daniel Montenegro
- Roger Montenegro

GAD SC
- Ismael Medrano
- Marioly Ortiz
- Andres Aponte
- Wilber Caseres

AGENDA

1. Presentación de marco metodológico
2. Coordinación de actividades

RECOMENDACIONES / COMENTARIOS DE LOS PARTICIPANTES

1. Utilizar los datos del ICE aparte que los del INE.
2. Considerar como fuente de información el DGGIRS del Ministerio de Medioambiente [MMAyA].
3. Warnes está realizando un estudio de tipo de residuos que se generan en el Pilat
4. Revisar el estudio similar del GAMSC [Swisscontact] (estudio integral del aprovechamiento)
5. Considerar el tema de factibilidad Mancomunidades (no hay un marco legal específico).
6. Porongo lleva sus residuos a santa cruz y hay posibilidades que santa cruz ya no quiera recibir ese contrato, cuál sería la solución de porongo.
7. Esperan al final de la consultoría proyecciones y datos de las pérdidas por no gestionar bien la basura (estadísticas)
8. La consultoría debe terminar en una cifra (en dólares) Sobre el provecho de generación en ganancia.

Registro fotográfico de la reunión No. 1



GOBIERNO AUTONOMO DEPARTAMENTAL DE SANTA CRUZ
DESPACHO DEL VICEGOBERNADOR

FECHA: 19-07-23

N°	NOMBRE	CARGO	INSTITUCION	CELULAR	FIRMA
1	Ismael Medrano S	Proy. Experto	Desp Vicegobernador	70980122	
2	Marioly Ortiz Q	Coordinadora Proy	DVG	78490102	
3	ROGEL MONTENEGRO L.	GERENTE	CONCREVIAL S.R.L.	78009225	
4	Daniel Montenegro	CTO	Concreval	72136711	
5	Renato Aspiazu	Coordinador	Concrevial	75026177	
6	Bruno Chuvijo	consultor	CONCREVIAL	70811770	
7	Andrés Aponte Gutiérrez	ESP. DES. SOLIDOS	GADSC- SDS, MA SDCAM	69185837	
8	Wilber Caseres Condori	Resp. de Información Territ.	GAD SC DVG	75098553	
9	Carlos A. Velarde Cuéllar	Consultor	Concrevial	76688190	
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					

Reunión No. 2 : GIZ

FECHA: 3 de Agosto, 2023
HORA: 14:30 Hrs
FORMATO: Presencial

PRESENTES
Concrevial:

- Carlos Velarde
- Andres Montenegro

GIZ:

- Georgina Zarate

AGENDA

1. Reunión introductoria
2. Conocer objetivos y visión estratégica de la GIZ.
3. Coordinación de acciones inter institucionales

PUNTOS DESARROLLADOS

1. **Enfoque de la GIZ con relación a GIRS en RMSC:** GIZ como parte de sus objetivos estratégicos tiene el programa Periagua,que se desarrolla en los Departamentos de Santa Cruz y Tarija, cuyo objetivo es proteger las reservas de agua para consumo humano al mismo tiempo que apoya el saneamiento, manejo de aguas residuales, la seguridad hídrica y el fortalecimiento de capacidades. Este programa forma parte de los esfuerzos para apoyar uno de los objetivos de los ODS que es el de Ciudades Sostenibles.Dentro de este programa es que la GIZ tiene un componente de GIRS y economía circular
2. **Conocer sobre el trabajo realizado por parte de GIZ con otras instituciones:** GIZ impulsa el Comité Técnico Metropolitano En el que participan municipios, gobierno departamental y el gobierno nacional a través de uno de sus ministerios, también se puede mencionar que participan la cooperación internacional y algunas empresas del sector privado. Cabe señalar que toda intervención o planificación la aprueba el ministerio y se le da un enfoque integral no especificado.
   Dentro de la visión de este comité está el de elevar notas de pronunciamientos respecto a diversos temas, mejorar la coordinación interinstitucional y apoyo a la mejora de capacidades, todo esto a petición del MMAyA.
3. **Consulta sobre proyectos en que tengan como objetivo la GIRS por parte de GIZ:** No se han realizado por parte de GIZ, pero JICA ha realizado proyectos de aprovechamiento de RSU en pueblos y comunidades, también SwissContact ha elaborado proyectos en relación al tema.
4. **Bibliografía o publicaciones de consulta que hay sacado la GIZ:** La ing. Zarate nombró una que publicó la GIZ sobre el aprovechamiento energético publicada el año

2017 (se tomó en cuenta en el producto 1) y la metodología del BID (también se tomó en cuenta en el producto 1).

5. **Casos de éxitos de implementación de tecnologías de aprovechamiento que la GIZ conozca y tenga información:** Se nombró el caso de Costa Rica con el coprocesamiento, en méxico con el aprovechamiento térmico de residuos y en colombia.
6. **Cual es la visión del comité metropolitano de GIRS y qué papel desempeña la GIZ en este comité?** El comité nace con la Ley 755 el cual es una competencia del Gobierno Central a través del Ministerio de Medio Ambiente y Agua la creación de estos comités. Por iniciativa del MMAyA dio la posta la GIZ para que impulse la creación de este comité y el mismo a través de la Ley 187 de creación del área metropolitana tiene esta visión. La misión del comité son entre otras: mejorar la coordinación,entre los actores, desarrollar capacidades técnicas, elevar pronunciamientos en gestión operativa, desarrollar normativa con competencias.
7. **Comentarios generales:** Existen barreras técnicas para análisis específicos de laboratorios en el país (costa rica y méxico si tienen estudios de aprovechamiento en este sentido)
8. **Emisión normativa y planificación:** En el cual intervienen los 3 niveles del estado porque existe una ley nacional de acuerdos intergubernativos que facilita tener proyectos mancomunados
9. **Bases y criterios para gobernanza metropolitana:** La gobernación crea el comité a través de la ley departamental 187 y reforzada con la ley nacional 755. También la Ley de acuerdos intergubernativos.
10. **Oportunidades de financiamiento para proyectos de GIRS:** Se sugirió como instituciones financiadoras en temas de GIRS a: CONTRAVALOR JAPONES y La Dirección General de Gestión Integral de Residuos Söidos (DGGIRS) está conformando un fondo de proyectos para buscar financiamiento externo enfocado a cierres de botaderos
11. **Cooperación de la GIZ en proyectos GIRS:** La Giz brinda asistencia técnica a los municipios en temas de GIRS como ser: capacitaciones por ejemplo para ubicación de sitios para disposición final, elaboración de proyectos para búsquedas de financiamiento, otros.
12. **Si cuentan con estudios o documentación sobre temas operativos, legales de la GIRS:** Solamente tiene un estudio de Análisis competencial de saneamiento básico.
13. **Mapeo de actores clave:** se tiene dicha información a través de metodologías desarrolladas y se facilitará la misma a los consultores.
14. **Dificultades que viabilizan la coordinación institucional:** Diferencias políticas, brechas entre municipios,limitaciones operativas (reuniones 2 veces al año). Otra dificultad que se identifica es la realidad dispareja entre santa cruz de la sierra y los demás municipios.
15. **Estudios de desarrollo en base a GIRS**: No se cuenta con estudios sobre el desarrollo económico en base a GIRS, pero se sugiere contactarse con SwissContact que si ha realizado los mismos

16. **Fundaciones que desarrollan temáticas de GIRS:** Fundación trabajo empresa, fundación Amigarse, Fundación PAB, FUNDARE como ente coordinador de la CAINCO.
17. **Cooperación triangular:** Se hace mención a que la GIZ apoya la cooperación triangular siendo Alemania país impulsor y dos países latinoamericanos de similares realidades uno como Costa Rica como experto en el tema y otro como Bolivia que quiere aprender de las experiencias de dicho país. En este sentido se realizó dicha cooperación para temas de residuos en aparatos electricos y electronicos , para saneamiento , y para tecnología de reducción de olores con plantas de tratamiento .

Registro fotográfico de la reunión No.2





Reunión No. 3: Fundación PAP

FECHA: 15 de Agosto, 2023
HORA: 15:00 Hrs
FORMATO: Virtual

PRESENTES
Concrevial:

- Carlos Velarde
- Andres Montenegro
- Renato Aspiazu

Fundación PAP:

- Andrei Abruzzese
- Vidal Aparicio

AGENDA

1. Reunión introductoria
2. Conocer objetivos y visión estratégica del PAP.
3. Coordinación de acciones inter institucionales

PUNTOS DESARROLLADOS

- Antecedentes: La Fundación PAP comenzó su actividad en el año 2006 con el objetivo de replicar el exitoso modelo de gestión de residuos de Curitiba. Se enfocaron inicialmente en la elaboración de un diagnóstico de la cadena de reciclaje en Santa Cruz, identificando a los recolectores informales como un grupo mayoritariamente femenino y analfabeto, con ingresos mensuales de entre 350 y 400 bolivianos para familias de hasta seis miembros.

Desarrollo de Proyectos y Programas:

- En 2008, se lanzó el programa “Limpia Santa Cruz” con una duración de dos años. Posteriormente, la fundación se concentró en la búsqueda de cooperación internacional ante la falta de programas municipales de reciclaje.
- Entre 2010 y 2014, se asociaron con el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) para obtener financiamiento que resultó en mejoras significativas para los recolectores, incluyendo un incremento de ingresos (de 1300 a 3500 bolivianos) y una reducción de la jornada laboral (de 14 a 9 horas), además de facilitar la comunicación directa con empresas de reciclaje.

Desafíos y Obstáculos:

- Se enfrentaron desafíos financieros significativos, con una necesidad de aproximadamente 80,000 USD y un conocimiento limitado en la gestión de proyectos de reciclaje en los años 2010. Un proyecto de preinversión para el reciclaje de cartón y plástico no prosperó por falta de condiciones adecuadas y mercado insuficiente.
- La cobertura actual satisface solo un 30% de la necesidad de la industria de reciclaje, limitándose a cartón, plástico y aluminio debido a la falta de mercado para otros materiales. Además, se exportan la chatarra y el aluminio.
- Situación Social: La población involucrada en el reciclaje es predominantemente pobre y opera de manera informal, a menudo asistiendo a capacitaciones con niños en brazos y sufriendo retrasos en su desarrollo profesional y personal.

Relaciones Institucionales:

- No se ha trabajado con el ministerio a nivel nacional.
- A nivel municipal, la relación con Emacruz ha sido complicada, aunque recientemente ha habido avances en la comunicación para el apoyo a los recolectores.
- La Gobernación ha mostrado progresos en su involucramiento con la causa.
- En cuanto a la cooperación internacional, se han establecido lazos con el BID, USAID y la Cooperación Holandesa.
- Se observa un cambio en las condiciones que podrían ser más favorables para futuros proyectos, pero se requiere un enfoque renovado y la exploración de nuevas estrategias para el financiamiento y la educación en gestión de residuos.

Registro fotográfico de la reunión No.3



Reunión No. 4: Representante de recolectores

FECHA: 24 de Agosto, 2023
HORA: 14:00 Hrs
FORMATO: Virtual

PRESENTES

1. Carlos Velarde
2. Andres Montenegro
3. Bruno Clavijo
4. Renato Aspiazu
5. Rocio Yanarico Oca (Representante de recolectores)

AGENDA

1. Consultas sobre temáticas RSU

Conversaciones

Contexto y Composición del Sector de Recolectores:

El colectivo de recolectores en Bolivia representa una fuerza laboral significativa de aproximadamente 2,000 trabajadores, que incluye individuos independientes no afiliados. Este grupo laboral trabaja en estrecha colaboración con instituciones como “Bolivia Unida” y “Arecicruz”. La mayoría del personal se compone de mujeres, que ascienden al 80% del total, destacándose por su contribución fundamental al sector.

Desafíos Operativos y de Desarrollo:

Los recolectores se enfrentan a diversos retos, entre ellos la necesidad de espacios físicos para desarrollar sus labores y almacenar materiales. Además, requieren de maquinaria para procesos de valor agregado como el “enfardado”, con el fin de mejorar la rentabilidad de sus actividades. No obstante, la competencia desleal y la falta de transparencia son adversidades que limitan su crecimiento. La relación de los recolectores con el gobierno es mínima, siendo más fuerte su coordinación con el nivel municipal y el apoyo de la cooperación internacional y ONGs.

Impacto Social y Progresión Económica:

El sector cumple una función social indirecta relevante, al incorporar jóvenes y alejarlos de actividades perjudiciales. Sin embargo, el progreso económico del sector depende

principalmente de la inversión interna y las donaciones, siendo su informalidad y falta de valor agregado un freno para su expansión en producción y rentabilidad.

Apoyos y Colaboraciones Existentes:

EMACRUZ lidera un círculo de apoyo que incluye a actores como Coca Cola y Swisscontact, quienes contribuyen principalmente mediante donaciones. Aunque hay soporte, falta un impulso más fuerte hacia la participación de los recolectores en la formulación de políticas públicas y otros procesos que incentiven su actividad económica.

Transformación y Mercado Emergente:

El sector se encuentra en transición hacia una estructura más formal e institucionalizada, con nuevos mercados emergentes y facilitadores logísticos que superan las barreras administrativas hacia empresas tradicionales. Sin embargo, se presenta una urgente necesidad de modernización tecnológica y capacitaciones para mejorar la administración y rentabilidad de sus operaciones.

Necesidades y Estrategias de Mejora:

Se requiere de apoyo técnico y legal para consolidar la formalidad del sector y se propone el impulso de horarios laborales flexibles para facilitar la incorporación de mujeres al entorno formal. La articulación entre actores del sector es vital para fortalecer su participación en la creación de políticas y estrategias de impacto social.

Conclusión:

El sector de recolectores enfrenta desafíos multidimensionales que demandan una respuesta coordinada y estratégica. Es imperativo desarrollar una plataforma integral que mejore su rentabilidad y formalización, que optimice la coordinación interinstitucional y que eleve su capacidad para incidir en el desarrollo de políticas públicas. La inversión en tecnología, la capacitación en gestión y el fomento de la economía familiar y de subsistencia serán claves para su transformación y sostenibilidad a largo plazo.

Registro fotográfico de la reunión No.4



Reunión No. 5: Swisscontact

FECHA: 29 de agosto, 2023
HORA: 16:00 Hrs
FORMATO: Virtual

PRESENTES

1. Carlos Velarde
2. Andres Montenegro
3. Viviana Parada- Swisscontact

AGENDA

1. Profundización de temáticas relacionadas a GIRS, alternativas de aprovechamiento económico y gobernanza

RESUMEN DE LOS APUNTES

La reunión realizada en formato virtual tocó diferentes temáticas relacionadas con los 3 ejes de la consultoría que se está realizando (GIRS, alternativas de aprovechamiento económico y gobernanza)

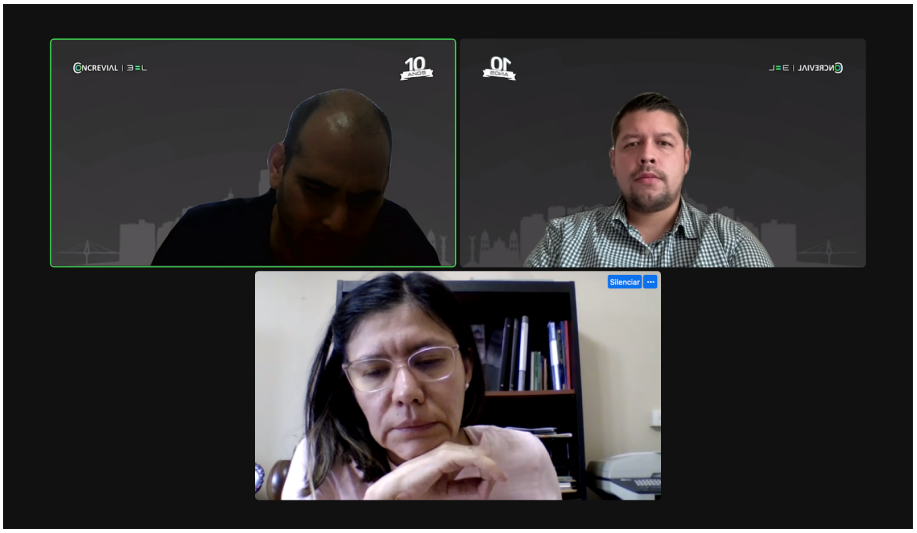
- Los primeros estudios financiados por Swisscontact analizaron la temática de separación de residuos de salud, fortalecimiento de recolectores, RAE, residuos especiales peligrosos, (problemáticas de ácido plomo etc)
- Dentro de la reunión se nos comentó que se realizó un análisis preliminar de alternativas de aprovechamiento en base a RSU y como resultado se obtuvo que lo más

viable en la RMSC era una planta de tratamiento mecánico biológico (MBT),pero que no se ha había desarrollado los aspectos de ingeniería y costos implicados

- El estudio de Residuos Sólidos financiado por swisscontact lo realiza una consultora para el municipio de Santa Cruz de la Sierra
- Otro de los datos destacados fue que se realizó un estudio de aprovechamiento de biogás en Cochabamba hace 10 años.
- Según la representante de SwissContact entre las mejores alternativas para implementarse en nuestra región se pueden mencionar: Biodigestores, tratamiento mecánico biológico (MBT), coprocesamiento para uso de energía.
- La empresa ENFE tiene un estudio de alternativas de aprovechamiento de residuos con la cooperación coreana
- Actualmente la Cooperación Suiza cuenta con dos proyectos relacionados a temáticas de RSU:
    a. El primero enfocado al reciclaje con la finalidad de fortalecer cadenas de valor de residuos de sector automotriz , sensibilización educación a población , desarrollo empresarial negocios verdes ,temas normativos
    b. El segundo proyecto trata de ciudades circulares, el cual se tiene una proyección temporal para 4 años dando inicio en enero 2024, el mismo contará con ejes estratégicos como: estudio de mercado, valoración energética, estudio de planta de compostaje, estudio de sensibilización y apoyo a sistema de recolección diferenciada.

- Se destacó que les interesa la organización y mejoras de las condiciones de trabajo y el incremento de ingresos de los actores de la cadena del reciclaje y reutilización
- Swisscontact no apoya directamente al beneficiario,ellos crean capacidades en socios locales como fundaciones (Fundare y Amigarse) Empresas (emacruz) , y entes de gubernamentales (Gobernaciones y Alcaldías) en temas como marketing verde , sensibilización y educación
- Se evidencio que cuentan con amplia experiencia y bibliografía del tema la cual pondrán a disposición las presentaciones de dichos temas
- La cooperación no se considera un actor son, más bien son facilitadores de conexiones intercambio de experiencias
- No se identificaron debilidades con respecto a la temática de relacionamiento inter institucional en materia de GIRS, pero sí se mencionó problemas de rotación de personal técnico en instancias públicas lo cual genera retrasos en proyectos por causas de conocimientos y capacidades.
- Dentro del sector privado se identificaron algunas falencias como (falta de institucionalidad, falta de representatividad, informalidad de la actividad, multiplicidad de visiones e intereses, etc.)

Registro fotográfico de la reunión No.5



Anexo No. 2: Focus Group Institucional: Residuos y Desarrollo Económico en la Región Metropolitana

MEMORIA DEL FOCUS GROUP INSTITUCIONAL

RESIDUOS Y DESARROLLO ECONÓMICO EN LA REGION METROPOLITANA

8 de Septiembre
08:30 Hrs.

Centro de Educación Ambiental
Av. Francisco Mora



OBJETIVO GENERAL

Identificar alternativas y viabilidad técnica-económica de aprovechamiento de los residuos sólidos urbanos (RSU) generados en los municipios de la Región Metropolitana de Santa Cruz.

OBJETIVO ESPECÍFICOS

1. Analizar la gestión integral actual de los residuos sólidos en la Región Metropolitana.

2. Identificar alternativas de aprovechamiento de los residuos sólidos urbanos de fuente domiciliaria en la Región Metropolitana.

3. Identificar modelos de negocios de aprovechamiento de los residuos sólidos urbanos de fuente domiciliaria de la Región Metropolitana.

4. Relevar las necesidades, opiniones y experiencias de los representantes institucionales que son parte del ecosistema GIRS.

TEMÁTICAS A SER ABORDADAS RELACIONADAS A LA GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS

1. Análisis situacional y oportunidades de mejora.
2. Alternativas para el desarrollo económico.
3. Fortalecimiento institucional para una gobernanza efectiva.

CRONOGRAMA DE EVENTO

Se Detalla a continuación:

Nro.	Duración	Actividad
01	30 Min	Registro de participantes
02	15 Min	Apertura de la Sesión y explicación de la Metodología
03	45 Min	1er Bloque de Trabajo: Análisis situacional y oportunidades de mejora
04	15 Min	Refrigerio
05	45 Min	2do Bloque de Trabajo: Alternativas para el desarrollo económico
06	45 Min	3er Bloque de Trabajo: Fortalecimiento institucional para una gobernanza efectiva
07	15 Min	Conclusiones y Cierre

ORGANIZADORES

La organización estuvo a cargo de la empresa Concrevial S.R.L. con el apoyo del Gobierno Autónomo Departamental de Santa Cruz

INVITADOS AL EVENTO

Actores públicos y privados involucrados directa o indirectamente en la valorización de residuos solidos en el area metropolitana de Santa Cruz

Actores Públicos:

- Gobierno Autónomo Departamental de Santa Cruz
- Gobierno Autónomo Municipal de Santa Cruz de la Sierra

Actores Privados:

- EMACRUZ
- Fundacion PAP
- Fundacion Amigarse
- Especialistas independientes con experiencia en RSU.

Cooperación Internacional

- Cooperación Alemana (GIZ)
- Cooperación Suiza (Swisscontact)
- Programa de Naciones Unidas para el desarrollo (PNUD)

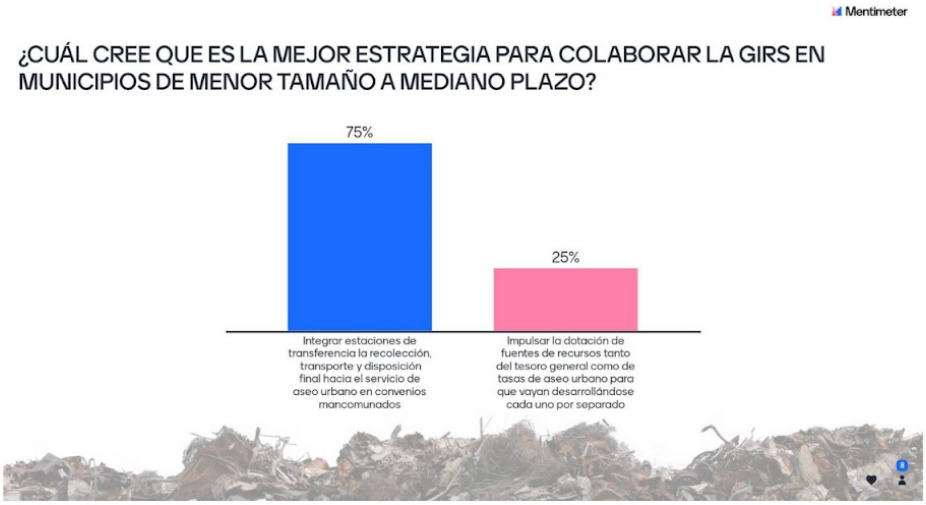
RESULTADOS POR BLOQUE TEMATICO

1er Bloque de Trabajo: Análisis situacional y oportunidades de mejora: Se discutió sobre las condiciones actuales para la valorización de residuos y las deficiencias existentes en la gestión de residuos sólidos. También se validaron tecnologías y métodos de tratamiento, como el tratamiento mecánico, biológico y térmico. Se analizaron recomendaciones para municipios más pequeños en la región en términos de valorización de RSU.





RESULTADOS POR BLOQUE TEMATICO





RESULTADOS POR BLOQUE TEMATICO

2do Bloque de Trabajo: Alternativas para el desarrollo económico: En este bloque se presentaron y discutieron alternativas económicas para el desarrollo basado en Residuos sólidos. Se exploraron modelos de financiamiento y oportunidades para convertir los RSU en fuentes de ingresos y desarrollo económico. Se identificaron los riesgos y desafíos más importantes relacionados con estos proyectos.





RESULTADOS POR BLOQUE TEMATICO

Mentimeter

Elegir las 3 Alternativas de Financiamiento que sean más eficaces para ser implementadas en proyectos GIRS



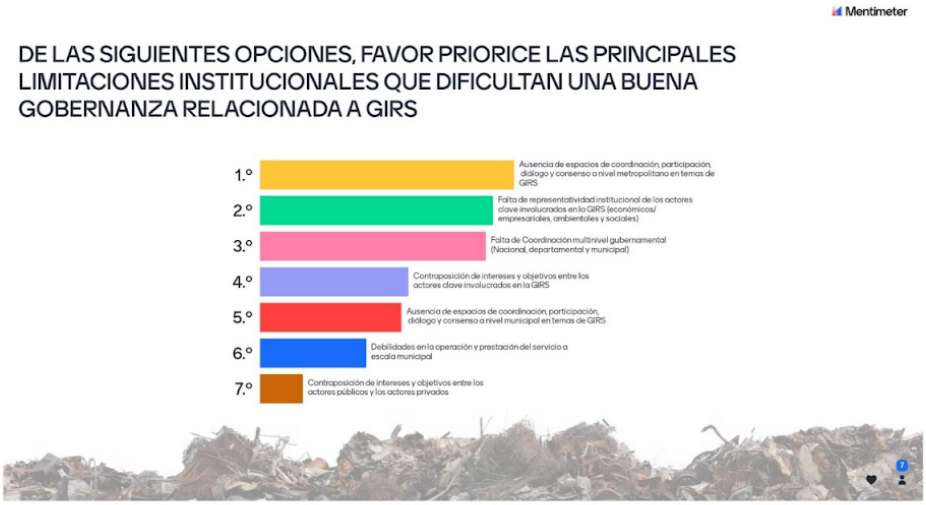
Mentimeter

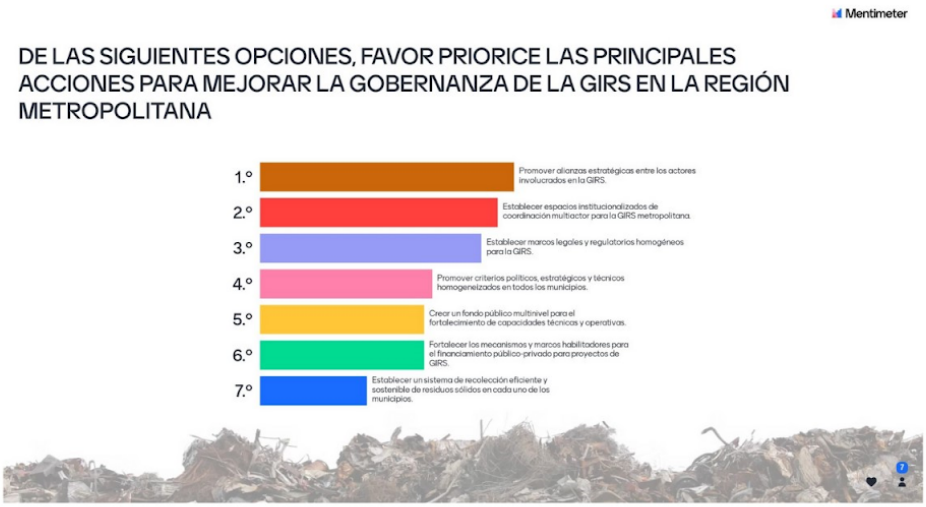
¿Qué tipos de incentivos considera más eficaces para alentar la inversión en proyectos de Generación Integral de Residuos Sólidos?



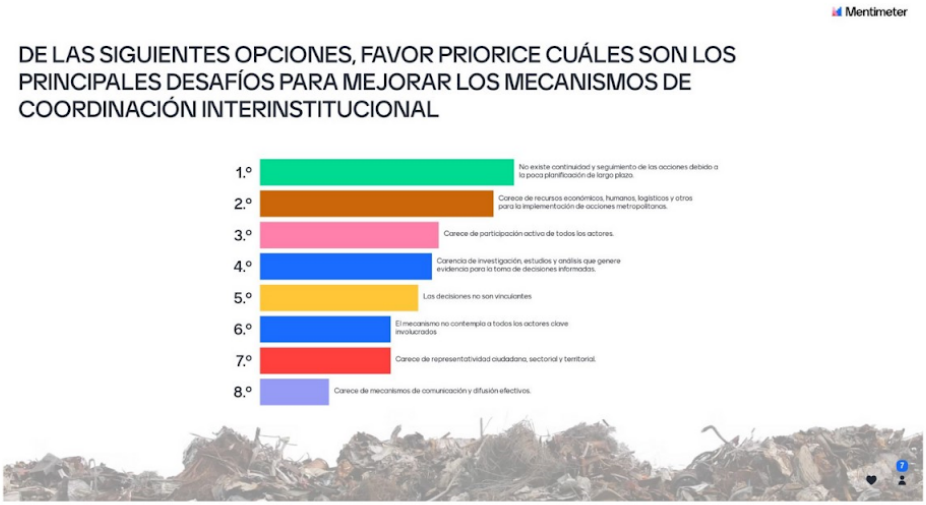
RESULTADOS POR BLOQUE TEMATICO

3er Bloque de Trabajo: Fortalecimiento institucional para una gobernanza efectiva: Aquí se presentaron propuestas preliminares de principios y acciones para mejorar la gobernanza de la GIRS en la Región Metropolitana. Se evaluaron aspectos como la participación ciudadana, la coordinación interinstitucional y la necesidad de un marco legal y regulatorio sólido.





RESULTADOS POR BLOQUE TEMATICO



ANEXO : LISTA DE PARTICIPANTES

"RESIDUOS Y DESARROLLO ECONÓMICO EN LA REGIÓN METROPOLITANA"

Nombre	Intitución	Correo	Telefono	Firma
FRANZ TITO ANIVARRO	consultor independiente	franzbitoa@yahoo.com	71032232	
Alberto Rondón	AR. Engeneering		72657429	
Edgar Contreras S.	SDCAM	edgarcontreras0424@gmail.com	68611073	
Manfred Severiche D	SDCAM	manfred.severiche@gmail.com	74620649	
JUAN JOSE CORTEZ QUETO	CIAM	juanjose.cortez31@outlook.	67603965	
Herver Andrade F	AMIGARSE	Herver@amigarse.org	76006296	
GRICEL AVILA ZEGARRA	PNUD	gricel.avila@undp.org	72266117	
SISY SEVILLA AÑEZ	F. AMIGARSE	sisysevilla@gmail.com	70095879	
Andrei Bonzzese	Fundación PAP	andrei@pap-sc.org	70939808	
FERNANDO ROJAS	GA House SRL	fernando.rojas@ga.com	72971731	

"RESIDUOS Y DESARROLLO ECONÓMICO EN LA REGIÓN METROPOLITANA"

Nombre	Intitución	Correo	Telefono	Firma
Jorge A. Soto M.	—	jorge.soto.residuos@gmail.com	70483143	
Julio Cesar Soliz Ortiz	DOTL	julio.cesar.soliz@gmail.com	76008471	

ANEXO : REGISTRO FOTOGRAFICO







ANEXO : REGISTRO FOTOGRAFICO







ANEXOS No. 3:

1. Análisis de Capacidades Instaladas en materia de GIRS en la RMSC

El objetivo del presente anexo, es evidenciar los sistemas en funcionamiento de los distintos municipios que componen la región metropolitana de Santa Cruz en cuanto a la Gestión Integral de los Residuos Sólidos, esto con el fin de profundizar el análisis de asimetrías en cuanto a capacidades instaladas, y que nos permita orientar estrategias de fortalecimiento a la gestión institucional como base fundamental para la participación equipotente en los espacios de gobernanza metropolitana en cuanto a la GIRS.

En este sentido, el proyecto realiza un relevamiento de información primaria a partir de una consulta a los gobiernos autónomos municipales que conforman la región metropolitana de Santa Cruz y los municipios que representan el área de influencia directa o de expansión, con respecto a los aspectos asociados a la operación de la GIRS desde la escala local. A continuación, se presentan los principales resultados:

a) ¿Cuál es la forma de administración del servicio integral de residuos sólidos en su municipio?

Municipio	Cooperativa	Empresa	El Municipio	Mixto
Santa Cruz de la Sierra				X
Warnes		X		
Cotoca		X		
Porongo		X		
La Guardia			X	
El Torno			X	
Montero			X	
Colpa Bélgica		X		
Pailón		X		

La forma predominante de la administración del servicios de aseo urbano y recolección de residuos sólidos se efectúa a partir de la terciarización de servicios mediante empresas y operadores certificados y habilitados, esto no representa necesariamente una debilidad, no obstante, la falta de capacidades institucionales por parte de los gobiernos municipales, con excepción de la ciudad capital, es una tendencia y común denominador de la administración del servicio.

b) ¿Cuál es el Modelo económico del funcionamiento del servicio integral de residuos sólidos en su municipio?

Municipio	Subvencionado	Tasa Municipal	Mixto
Santa Cruz de la Sierra			X
Warnes			X
Cotoca	X		
Porongo	X		
La Guardia	X		
El Torno	X		

Montero			X
Colpa Bélgica	X		
Pailón	X		

Los municipios que conforman la región metropolitana de Santa Cruz, al igual que los municipios que representan el área de influencia y expansión, muestran una clara predominancia de subvención con respecto a la prestación de servicios de aseo urbano y recolección de residuos sólidos. Este aspecto resulta determinante en aspectos relacionados a la calidad, eficiencia y eficacia del servicio como tal, tomando en cuenta que el municipio de Santa Cruz de la Sierra expresa que pese a contar con tasas municipales, el retorno de estas no abastece las necesidades de la demanda y operación del servicio como tal.

El mecanismo generalizado de subvención del servicio y/o terciarización del servicio mediante empresar y convenios entre municipios para la disposición final, genera relaciones de dependencia y capacidades asimétricas para la implementación de estándares de alcance metropolitano que permitan impulsar una política integral homogénea para aspectos como el aprovechamiento y la economía circular, ya que estos estarán altamente dependientes de las directrices establecidas por el municipio de Santa Cruz de la Sierra.

c) ¿Cuenta el municipio con instrumentos legislativos/normativos específicos para el cumplimento de las competencias en materia de RR.SS.?

Municipio	Nombre del Instrumento
Santa Cruz de la Sierra	• Ley Autónoma Municipal de Aseo Urbano – LAM 295/2016 y su decreto municipal de sanciones. • Ley Autónoma Municipal de Aseo Urbano – LAM 1060/2019. • Decreto edil Nro. 780/2019 para el registro de operadores autorizados. • Ley Autónoma Municipal de creación del parque municipal de residuos sólidos reciclables – LAM 773/2018.
Warnes	• Código de Gestión Ambiental Municipal - LAM 217/2021
Cotoca	• Gestión Integral de Residuos Sólidos de Cotoca – DM 014/2016
Porongo	• Ley Municipal Autonómica de Gestión de Residuos Municipales GRM (aseo urbano, manejo y tratamiento de residuos sólidos del municipio de Porongo) – LAM 10/2017
La Guardia	• Ley Autónoma Municipal de Gestión de Residuos Sólidos - LAM 143/2019
El Torno	• El instrumento municipal se encuentra en revisión de las áreas jurídicas respectivas del GAM. (2023)
Montero	• No cuenta con normativa o instrumentos legislativos para la gestión integral de residuos sólidos.
Colpa Bélgica	• No cuenta con normativa o instrumentos legislativos para la gestión integral de residuos sólidos.
Pailón	• No cuenta con normativa o instrumentos legislativos para la gestión integral de residuos sólidos.

La gran mayoría de los municipios que conforman la región metropolitana de Santa Cruz cuentan con instrumentos legislativos emergentes de su autonomía, no obstante, la mayoría de estos no cuentan con normativa de desarrollo como leyes complementarias, reglamentos y otros que permitan tener marcos habilitantes para aspectos relacionados a responsabilidades, sanciones y tasas en sí, es decir, los marcos regulatorios se basan en las especificaciones relacionadas a la posible operación del servicio en base a las directrices ya establecidas a nivel nacional.

Este escenario demuestra una falta de aprovechamiento de las posibilidades que brinda el ejercicio de la autonomía municipal, especialmente con respecto a los elementos complementarios a las directrices nacionales en materia de GIRS. Este aspecto denota una clara necesidad de generar asistencia técnica a los municipios para la creación de un ordenamiento jurídico acorde a las necesidades de los territorios y con una visión metropolitana que permita impulsar acciones conjuntas para la consolidación de las redes y sistemas de GIRS locales y su incorporación en una posible dinámica metropolitana que permita impulsar el aprovechamiento y sus beneficios de forma equitativa.

d) En el marco de las disposiciones legales nacionales Resolución Ministerial Nro. 269/18 de mayo 2021 (MMAyA) en la cual establece el cierre de "vertederos y botaderos" para la implementación de "complejos de tratamiento para los residuos sólidos", ¿su municipio cuenta con el respectivo complejo para el tratamiento de residuos sólidos?

Municipio	D.F.	Soc.	T.A.	P.I.	P.G.	F.
Santa Cruz de la Sierra						X
Warnes						
Cotoca						
Porongo						
La Guardia	X	X	X			
El Torno		X		X	X	
Montero					X	
Colpa Bélgica						
Pailón						

Aclarativa: Diseño Final (D.F.), Socializado (Soc.), Terreno adquirido (T.A.), Presupuesto para implementación (P.I.), Planificado para la gestión (P.G.) y En funcionamiento (F.)

Porongo cuenta con contrato con el operador privado de SUMA para la recolección y transporte y por otra parte con un convenio interinstitucional con EMACRUZ para la disposición y tratamiento en el complejo Municipal de los Junos. En el caso del municipio de Warnes, este se encuentra en el proceso de gestión del financiamiento para desarrollar todos los requerimientos administrativos para el cierre técnico de su vertedero y la implementación de su complejo de tratamiento de residuos sólidos.

El Torno, cuenta con proyecto ITCP aprobado por el MMAyA y con la respectiva priorización sectorial, el cual se encuentra en el VIPFE para su respectiva gestión del financiamiento. Colpa

Bélgica, por el momento no se han presupuestado los estudios para el cierre técnico del botadero y el estudio de ubicación de un terreno para el relleno sanitario.

El municipio de Montero no cuenta con avances tangibles con respecto al cierre técnico de de su vertedero municipal, no obstante, durante la presente gestión se busca establecer todos los pasos necesarios para afrontar la directriz nacional, esto se ve reflejado en las acciones planificadas por parte del municipio.

La directriz nacional de cierre de vertederos y botaderos en los gobiernos municipales resultó constituirse en una política nacional con serios problemas de aplicabilidad en base a las realidades locales, claro es el ejemplo que en la región metropolitana de Santa Cruz la que concentra municipios con realidades de desarrollo importantes en el sistema nacional de ciudades, se evidencia las limitaciones de diversas índoles para la aplicación de esta estimación de corte obligatorio.

Las colaterales emergentes producto de las capacidades limitadas para llevar a cabo los procesos técnicos y administrativos para el cierre de vertederos y botaderos municipales, acentúan cada vez más las brechas institucionales entre lo municipios, proyectando alternativas temporales para sobrellevar las condiciones de la GIRS en los municipios de la región, a partir de la dependencia de municipios con la ciudad núcleo para la disposición final de sus residuos.

e) De acuerdo con el modelo de gestión de residuos sólidos del municipio, ¿Con qué frecuencia se efectúa el recojo de basura y residuos domiciliares en el Municipio?

Municipio	Todos los Días	3 V.	2 V.	1 V.
Santa Cruz de la Sierra	X	X		
Warnes		X	X	
Cotoca	X			
Porongo	X			
La Guardia			X	X
El Torno	X			
Montero		X	X	
Colpa Bélgica	X			
Pailón	X		X	

Santa Cruz de la Sierra, cuenta con frecuencias diarias e Inter diarias de recolección de residuos domiciliarios, de acuerdo a los parámetros correspondientes a cada macro ruta establecida. El Torno, efectúa un recojo diario mediante cuatro volquetas y disposición final todos los días en el vertedero habilitado. Colpa Bélgica, realiza el servicio de aseo urbano en el área urbana todos los días y una recolección intermitente con respecto a las comunidades que posee.

En términos generales, los municipios presentan una estructura de recojo de residuos sólidos consolidada en los núcleos principales y urbanos de las ciudades y asentamientos humanos de la región, no obstante, la dinámica y frecuencia empieza a variar con respecto a los asentamientos y comunidades ramificadas, así como en la periferia de las ciudades grandes,

donde la intermitencia de 2 a 3 veces (de acuerdo a planificación de ruta) es el modelo implementado.

Si bien lo parámetros de las respuestas emitidas por los municipios muestran que la prestación del servicio es realizada para toda la población, las características del alcance y los modelos de eficiencia y eficacia, así como de modernización para reducir impactos ambientales, todavía se encuentran en desarrollo para la gran mayoría de municipios que conforman la región, este fenómeno se puede explicar por el modelo financiero de subvención predominante en la región, que pone en riesgo la sustentabilidad y la idoneidad del servicio.

f) De acuerdo con el modelo de gestión de residuos sólidos del municipio, ¿El servicio de residuos sólidos cuenta con algún tratamiento específico al momento de su recolección?

Municipio	Ninguno	R.P.	Rec. Esp.	Rec. Int.
Santa Cruz de la Sierra		X		X
Warnes	X			
Cotoca	X			
Porongo	X			
La Guardia	X			
El Torno			X	
Montero			X	
Colpa Bélgica	X			
Pailón	X			

Aclarativa: Residuos Peligrosos (R.P.), Reciclaje Especifico (Rec. Esp.) y Reciclaje Integral (Rec. Int.).

Santa Cruz de la Sierra, efectúa una separación específica para residuos peligrosos de establecimientos de salud, a través de dos sistemas de recolección diferenciada y con disposición final en una celda especial. También se cuenta con recolección diferenciada en fase inicial con respecto a residuos sólidos domiciliares: sistema de puntos limpios, programa de recuperación de residuos reciclables con inclusión social y residuos orgánicos de medianos y grandes generadores.

El Torno, al momento de la recolección, realiza la separación de residuos reciclables (plásticos, vidrios y metales). En Colpa Bélgica, solo el personal de aseo urbano efectúa una recuperación de materiales reciclables para su posterior comercialización. En cuanto a Montero, se divide en dos parámetros residuos domiciliarios y recolección de residuos de mercados.

En la gran mayoría de municipios de la región metropolitana, el tratamiento de residuos sólidos está enfocado a su recolección y disposición final, no se profundiza el tratamiento específico de los residuos sólidos con una visión de aprovechamiento, economía circular, resiliencia y mitigación de impactos ambientales. Esta realidad acentúa las posibles relaciones de dependencia de los municipios que conforman el entorno de la ciudad núcleo de la región, ante las capacidades instaladas asimétricas entre ellos, por ende, la planificación local impulsa la

generación de convenios intergubernativos que, progresivamente, permitan efectuar la atención inmediata del tratamiento diferenciado, y a posterior, consolidación local del servicio en cada uno de los municipios (en un mediano y largo plazo). Este escenario se consolida como una oportunidad para atender las necesidades de la GIRS y la gestión colaborativa.

g) De acuerdo con el modelo de gestión de residuos sólidos del municipio, ¿El servicio de residuos sólidos cuenta con algún tratamiento específico al momento de llegar a los predios para su disposición final?

Municipio	Ninguno	R.P.	Rec. Esp.	Rec. Int.
Santa Cruz de la Sierra	X			
Warnes	X			
Cotoca	X			
Porongo	X			
La Guardia	X			
El Torno			X	
Montero		X		
Colpa Bélgica	X			
Pailón	X			

Aclarativa: Residuos Peligrosos (R.P.), Reciclaje Especifico (Rec. Esp.) y Reciclaje Integral (Rec. Int.).

Santa Cruz de la Sierra, no cuenta con ningún tratamiento ya que la separación de origen implementada se aplica en el destino final de los residuos implementado el ex relleno sanitario de Normandía como el parque municipal de recuperación de materiales reciclables. El Torno, al momento de la recolección en la fuente se implementa el reciclaje de inorgánicos, de igual manera, en el vertedor vigente, se destinan espacios espaciales y un trabajo secundario de separación de inorgánicos. En Bélgica, el personal de aseo urbano se dedica a la venta de los materiales recolectados y recuperados con características de reciclables.

La falta de complejos y/o rellenos sanitarios en funcionamiento de acuerdo a las especificaciones técnicas establecidas por el órgano rector y sectorial, sumado a las necesidades financieras y de capacidades en general, propician un escenario adverso para la mayoría de los municipios, en cuanto al cumplimiento efectivo de sus competencias en materia de GIRS. A la fecha, solo el municipio de Santa Cruz cuenta con espacios físicos en los cuales la gestión diferenciada de residuos, el aprovechamiento y su respectiva incorporación en el mercado (economía circular) presenta avances tangibles.

h) Enumere del 1 al 6, donde uno (1) es la más importante y seis (6) la menos importante, ¿Cuáles son las principales necesidades del municipio para mejorar el servicio de gestión integral de residuos sólidos prestado hasta el momento?

Municipio	C.C.A.	N.E.	R.F.	R.H.C.	R.H.O.	R.L.
Santa Cruz de la Sierra	2	5	1	4	3	6
Warnes	4	1	2	3	6	5
Cotoca	2	3	1	4	5	6
Porongo	1	1	1	1	1	1
La Guardia	1	1	1	3	2	1
El Torno	2	2	1	3	1	1

Montero	3		1			2
Colpa Bélgica		1	1			
Pailón						

Aclaratoria: Cultura Ciudadana/Ambiental (C.C.A.), Normativa Específica (N.E.), Recursos Financieros (R.F.), Recursos Humanos Cualificados (R.H.C.), Recursos humanos Operativos (R.H.O.) y Recursos Logístico (R.L.)

Porongo, para el cumplimiento de lo establecido en la normativa del sector es fundamental que exista un enfoque de gestión de residuos de carácter integral. El Torno, el municipio no cuenta con tasa de aseo urbano lo cual dificulta la prestación eficiente del servicio. En Bélgica, se necesitan los recursos financieros para poder implementar la normativa específica (a desarrollar) en materia de GIRS.

Montero presenta un necesidad de recursos financieros para la implementación de todas las acciones necesarias en cuanto la GIRS, por ende es la principal necesidad ya que con estos se pueden alcanzar otras dos necesidades importantes, como ser los recursos logísticos y la realización de campañas para la educación ambiental de forma permanente. En el caso del municipio de Warnes, si bien cuenta con su código de gestión ambiental vigente, se está trabajando en el desarrollo de normativas específicas en cuanto a sanciones y obligaciones.

Santa Cruz de la sierra, en cuanto a los recursos financieros, el déficit financiero es debido a la insuficiencia de la tasa de aseo urbano para cubrir los costes reales del aseo urbano. Se requiere mayores inversiones en acciones orientadas a incrementar el nivel de cultura ciudadana en su participación para la mejora de la GIRS. Con mayores recursos financieros, también se podría incrementar las acciones referidas al impulso positivo al resto de opciones mencionadas.

Los recursos financieros son la principal necesidad de los municipios que conforman la región metropolitana, entendiendo que la gestión financiera sostenible y la capacidad de apalancamiento de recursos económicos, podría permitir desarrollar las otras necesidades identificadas. La generación de normativa específica y habilitadora para la prestación de servicios, la cual contenga tasas, responsabilidades, sanciones y obligaciones, es la segunda prioridad identificada en la mayoría de municipios, esto ligado directamente a la sostenibilidad financiera y operativa del sistema. La necesidad de recursos humanos operativos y logísticos se posiciona como el tercer gran bloque de necesidades, estableciendo la importancia de estos aspectos dentro de los parámetros de efectividad y eficiencia del servicio.

i) De acuerdo con el modelo de gestión de residuos sólidos del municipio, ¿Cada cuanto hace campañas sociales para temas de reciclaje, cultura ambiental y/o información relevante con respecto al servicio?

Municipio	Periódicamente	(+) 5 V.	(-) 5 V.	S.O.S.
Santa Cruz de la Sierra	X			
Warnes		X		
Cotoca			X	
Porongo				
La Guardia	X			
El Torno		X		
Montero				X

Colpa Bélgica	X			
Pailón				X

Aclarativa: Más de cinco veces ((+) 5 V.), Menos de cinco veces(-) 5 V.) y Solo con respecto a la operación del servicio (S.O.S.).

Porongo, actualmente está en proceso de implementación de campañas ambientales y otras actividades en cumplimiento a los componentes establecidos en el PMGIRS. El Torno, elabora campañas de reciclaje, de recojo de residuos en las orillas del Río Piraí y de educación ambiental en GIRS en las unidades educativas del municipio. Colpa Bélgica, realiza capacitaciones periódicas con respecto a educación ambiental y reciclaje en las unidades educativas del municipio.

Santa Cruz de la Sierra, hace difusión de acuerdo a lo previsto en el presupuesto operativo del SAU, y se cuenta con una unidad de educación ambiental que de manera periódica realiza diferentes tipos de campañas de sensibilización y difusión, programadas previamente de acuerdo a recursos disponibles.

El impulso del empoderamiento de la necesidad de una GIRS adecuada, que impulse paradigmas de reciclaje, cultura ciudadana, sostenibilidad y economía circular, es una necesidad y actividad medianamente frecuente en los municipios, no obstante, esta se encuentra sujeta a la disponibilidad de recursos para la implementación de programas efectivos, medibles y sostenidos en el tiempo, entendiendo que el impacto de la actividad de la sociedad civil tiene un impacto significado en cuanto a la producción de residuos y su posible gestión desde el origen de su producción.

j) De acuerdo con el modelo de gestión de residuos sólidos del municipio, ¿Los temas asociados a la Gestión Integral de Residuos Sólidos cuentan con una instancia de participación para discutir temas de su funcionamiento, propuestas de políticas públicas por parte de la sociedad, reclamos y/o iniciativas privadas?

Municipio	No	Si	S.S.C.	S.I.	Otros
Santa Cruz de la Sierra		X			
Warnes	X				
Cotoca					
Porongo		X			
La Guardia	X				
El Torno			X	X	
Montero	X				
Colpa Bélgica	X				
Pailón	X				

Aclaratoria: Solo con Sociedad Civil (S.S.C.) y Solo con Instituciones (S.I.).

Porongo, existe un Comité técnico de residuos sólidos a la cabeza del alcalde Municipal de Porongo. En Santa Cruz de la Sierra, EMACRUZ cuenta con un Directorio, donde hay representantes de las juntas vecinales, quienes participan activamente de la aprobación de programas y proyectos estratégicos relacionados a la GIRS y gestión operativa.

El Torno, se efectúan reuniones con la sociedad civil de acuerdo a distribución geográfica de acuerdo a necesidades o por aspecto que impactan específicamente esos territorios, de igual

manera, se sostienen relacionamientos interinstitucionales con agentes cooperantes para gestionar asistencia técnica y apoyos en general (GIZ, JICA y DIFAR).

La gestión integral de residuos sólidos en los municipios, en su gran mayoría, no cuenta con espacios efectivos de participación de la sociedad civil, organizaciones y actores involucrados en la GIRS, esto producto de las condiciones altamente operativas y programáticas en cuanto a lo que significa prestar el servicio como tal. Se cuenta con un trabajo informativo a la sociedad desde el punto de vista de la necesidad y la operación en sí misma, no obstante, la participación efectiva y con impacto en políticas públicas inclusivas y colaborativas no se profundiza en la gran mayoría de municipios.

k) Dentro del Plan Territorial de Desarrollo Integral (PTDI) del municipio, ¿Se cuenta con políticas y lineamientos estratégicos, así como acciones específicas en el marco de la gestión integral de residuos sólidos?

Municipio	Si	No	Observaciones
Santa Cruz de la Sierra	X		Política: Ecología y Medio ambiente ● LE: Impulsar acciones de mantenimiento a los rellenos sanitarios con enfoque de cambio climático. ● LE: Promover la gestión integral de residuos sólidos con una visión de aprovechamiento y economía circular.
Warnes	X		Política: Soberanía ambiental con desarrollo integral, respetando los derechos de la madre tierra. ● LE: Manejar adecuadamente la gestión de residuos sólidos para evitar la contaminación ambiental del municipio de Warnes.
Cotoca		X	El municipio no presentó una respuesta formal con respecto a la planificación y su instrumento del PTDI.
Porongo		X	El instrumento no considera este aspecto desde el punto de vista estratégico y del desarrollo territorial.
La Guardia		X	El instrumento no considera este aspecto desde el punto de vista estratégico y del desarrollo territorial.
El Torno	X		Política: Buscar el desarrollo de manera sostenible y armónica con la naturaleza ● LE: Implementar mecanismos y sistemas de protección del medio ambiente como medio de adaptación al cambio climático.
Montero		X	El instrumento no considera este aspecto desde el punto de vista estratégico y del desarrollo territorial.
Colpa Bélgica		X	El instrumento no considera este aspecto desde el punto de vista estratégico y del desarrollo territorial.
Pailón		X	El instrumento no considera este aspecto desde el punto de vista estratégico y del desarrollo territorial.

Santa Cruz de la Sierra, cuenta con cinco acciones concretas y medibles de mediano plazo para alcanzar los lineamientos estratégicos propuestos, donde se destacan la realizar el 100% del servicio de mantenimiento post cierre del relleno sanitario de Normandía, implementar 2

sistemas de recolección diferenciadas para el aprovechamiento de residuos sólidos y desarrollar 5 campañas de educación ciudadana con enfoque de GIRS y economía circular, entre otras.

El Torno, con respecto a su política y lineamiento estratégico del PTDI, destaca una acción de mediano plazo la cual es la implementación del complejo municipal de tratamiento y disposición final de residuos sólidos. Dentro de las acciones de mediano plazo que se destacan se encuentra la consolidación de la gestión y la promoción para la implementación de infraestructuras para aprovechamiento, disposición final e industrialización de los residuos sólidos, y establecer el régimen de responsabilidades de los residuos post consumo, en armonía con la madre tierra.

El Plan Territorial de Desarrollo Integral para Vivir Bien (PTDI) para la gestión 2021-2025, es el máximo instrumento de planificación de mediano plazo para las entidades territoriales autónomas de Bolivia, constituyéndose en un instrumento que tiene como finalidad organizar la gestión pública en un mediano plazo y prever las necesidades, al igual que atenderlas, en un mediano plazo (5 años). Existen solo tres municipios que planifican integralmente alguna acción de mediano plazo relacionado a la GIRS, desaprovechando las oportunidades de financiamiento que implica la gestión estratégica de un instrumento de planificación como el PTDI.

Los municipios de la región metropolitana de Santa Cruz, enfocan la aplicación del GIRS a partir de la planificación de corto plazo (POA) y la evolución del servicio de acuerdo a posibilidades financieras o escenarios fortuitos de apoyo y/o asistencia técnica, que les permita mejorar la prestación del servicio. La falta de institucionalización de la GIRS, que no quiere decir el descuido de la competencia o la no prestación del servicio, posiciona a gran parte de los municipios en un desaprovechamiento de oportunidades de financiamiento y apoyo tangibles, planificadas y ordenadas como prioridad.

l) De acuerdo con el modelo de gestión de residuos sólidos del municipio, ¿Se cuenta con un flujograma de funcionamiento, coordinación y planificación de la gestión de residuos sólidos?

Municipio	Si	No	Observaciones
Santa Cruz de la Sierra	X		Presenta una estructura bien organizada en cuanto a las funciones y responsabilidades asumidas, con un recurso humano y operativo bien distribuido y áreas organizacionales que responden a las políticas y lineamientos estratégicos impulsados.
Warnes		X	No cuenta con una estructura y flujograma definido de forma institucional y/o institucionalizado, no obstante, presta el servicio.
Cotoca		X	No cuenta con una estructura y flujograma definido de forma institucional y/o institucionalizado, no obstante, presta el servicio.
Porongo	X		Se cuenta con el Programa Municipal de Gestión Integral de Residuos Sólidos, el cual cuenta con 5 componentes a implementar.

La Guardia		X	No cuenta con una estructura y flujograma definido de forma institucional y/o institucionalizado, no obstante, presta el servicio.
El Torno	X		Se cuenta con una estructura funcional del servicio y de la administración municipal, no obstante, no fue facilitada para el presente estudio.
Montero	X		Se cuenta con una estructura funcional del servicio y de la administración municipal, no obstante, no fue facilitada para el presente estudio.
Colpa Bélgica		X	El municipio no presentó una respuesta formal con respecto a el funcionamiento y/o existencia de una estructura institucional y flujograma para la GIRS municipal.
Pailón		X	No cuenta con una estructura y flujograma definido de forma institucional y/o institucionalizado, no obstante, presta el servicio.

En términos generales, los municipios cuentan con administradores públicos dedicados y/o con responsabilidades efectivas de coordinación de los aspectos relacionados a la GIRS, ya sea en instancias operativas, fiscalización y gestión de políticas públicos, o la misma coordinación con operadores certificados y seguimiento a los convenios emitidos que coaccionan con respecto a la GIRS.

La posible debilidad que se puede evidenciar de las respuestas de los municipios con respecto a la estructura de flujograma de la la GIRS radica en la falta de institucionalización efectiva de las acciones y responsabilidades públicas dentro de los instrumentos y estructuras internas del municipio. donde la falta de manuales de organización y funciones, manuales de procesos y procedimientos y la gestión del talento humano asociada a la planificación operativa individuales de los administradores públicos, presenta dificultades y adversidades.

La alta dependencia a la terciarización de la administración del servicio, el impulso permanente a la generación de proyectos y consultorías a partir de externos, posiciona cada vez más la debilidad institucional pública local de asumir los desafíos emergentes de la GIRS, tanto los actuales, así como los futuros y las oportunidades consecuentes del crecimiento vegetativo de la población y su capacidad de generar residuos.

Es necesario invertir en el recurso humano, en las capacidades internas de los gobiernos municipales, no con el fin único de que el servicio de aseo urbano y recojo de residuos sólidos pase a ser ejecutado desde el gobierno municipal, sino, que la estructura institucional y el entramado multisectorial involucrado en la GIRS local, pueda afrontar los escenarios y la prospectiva de la GIRS en los próximos años.

2. Principales Hallazgos del Diagnóstico de Capacidades Institucionales

El análisis comparativo de las capacidades institucionales en la gestión integral de residuos sólidos (GIRS) entre los municipios de la Región Metropolitana de Santa Cruz (RMSC) y sus áreas de influencia revela asimetrías significativas que reflejan un predominio de la ciudad núcleo, Santa Cruz de la Sierra, en la toma de decisiones técnicas y políticas. Esta influencia se manifiesta en dependencias funcionales y técnicas de municipios menores como Porongo o

Cotoca que subcontratan servicios de gestión de residuos a la ciudad principal, evidenciando una falta de autonomía y eficiencia.

Los principales hallazgos subrayan una correlación directa entre la administración de residuos y la frecuencia de recolección de basura, las capacidades para el cierre técnico de vertederos, y la dependencia de municipios periféricos con respecto a la ciudad núcleo para la disposición final de residuos. La falta de políticas nacionales de GIRS adaptadas a las realidades locales y la insuficiente normativa complementaria acentúan las brechas en responsabilidades, sanciones y tasas relacionadas con la gestión de residuos.

Se reconoce la urgencia de un modelo de gobernanza metropolitana que promueva la colaboración y coordinación intermunicipal, favoreciendo políticas y estrategias conjuntas para optimizar la gestión de residuos. Este modelo implicaría la formación de un ente metropolitano que incluya a representantes municipales y otros actores clave, y promovería la participación ciudadana, el fortalecimiento técnico-administrativo de los municipios, la innovación y la sustentabilidad tecnológica, y el fomento de la actividad privada en pro de una economía circular y la creación de empleos verdes.

Se recomienda, por tanto, implementar un marco jurídico robusto para la GIRS, asistencia técnica a municipios, promoción de la participación ciudadana, creación de un ente metropolitano de coordinación, impulso a la innovación y sostenibilidad tecnológica, establecimiento de un financiamiento sostenible para la infraestructura y la capacitación municipal, y la implementación de sistemas de monitoreo y evaluación para la GIRS.

Estas medidas están orientadas a superar los retos actuales y mejorar la eficacia de la gestión de residuos, con la visión de facilitar el aprovechamiento de residuos y la promoción de una economía circular a través de una cooperación estratégica regional.

ANEXO No. 3:

Modelo de negocios en el sector de residuos sólidos según modelo CANVA

1. **Recolección y venta de materiales reciclables**

Categoría Canvas	Descripción
Segmentos de Cliente	- Hogares particulares. Empresas y oficinas. Instituciones educativas.Centros comerciales y tiendas. Municipios y comunidades.
Propuesta de Valor	- Servicio de recolección puerta a puerta, cómodo y eficiente.- Contribución a la sostenibilidad del medio ambiente. Facilitación de la disposición adecuada de residuos reciclables. Compra de materiales reciclables. Certificados.
Canales	Página web y aplicación móvil. Puntos fijos de recolección.- Alianzas con tiendas.- Redes sociales.
Relaciones con Clientes	- Servicio personalizado. Soporte en línea.- Programas de lealtad. - Capacitaciones sobre reciclaje.
Fuentes de Ingresos	- Venta de materiales reciclables. Servicios de recolección premium.Publicidad en la plataforma.
Recursos Clave	- Flota de vehículos.Bodegas de almacenamiento.- Equipos de clasificación. Personal capacitado. Plataforma digital.

Actividades Clave	- Recolección de materiales. Clasificación y pre-procesamiento.Venta a plantas de procesamiento. Campañas educativas.- Mantenimiento de plataforma.
Asociaciones Clave	- Plantas de procesamiento. - Empresas manufactureras. - Organizaciones medioambientales. Municipalidades.
Estructura de Costos	- Mantenimiento y combustible. - Salarios y capacitaciones. - Alquiler de bodegas. - Inversión en tecnología. Campañas de marketing.

2.Producción de compost

Categoría Canvas	Descripción
Segmentos de Cliente	- Agricultores y horticultores.Jardineros profesionales. Hogares particulares con jardines.Viveros y centros de jardinería.- Municipios y parques públicos.
Propuesta de Valor	- Compost de alta calidad y rico en nutrientes. Solución sostenible y ecológica para la gestión de residuos.- Mejora la salud del suelo y su capacidad de retención de agua.Producto natural sin químicos.- Diferentes tamaños y tipos.
Canales	- Venta directa en finca o planta de producción.Página web y tienda en línea.Distribución a tiendas de jardinería. Ferias y mercados agrícolas locales.
Relaciones con Clientes	- Asesoramiento en línea y en persona sobre cómo usar el compost.- Programas de fidelidad. Descuentos por compras a granel. Cursos o talleres sobre jardinería sostenible.

Fuentes de Ingresos	- Venta directa de compost.Cursos y talleres.Contratos con municipalidades o grandes empresas. Venta a intermediarios y distribuidores.
Recursos Clave	- Terrenos o espacios de compostaje.- Materia prima: residuos orgánicos.Equipos y maquinaria de compostaje. Personal capacitado. Laboratorio para análisis de calidad.
Actividades Clave	- Recolección de materia orgánica Proceso de compostaje Embolsado y empaquetado. - Control de calidad. Marketing y promoción.
Asociaciones Clave	- Proveedores de residuos orgánicos (restaurantes, mercados, hogares). - Distribuidores y tiendas de jardinería.Organizaciones agrícolas. Universidades o centros de investigación agrícola.
Estructura de Costos	- Adquisición y mantenimiento de maquinaria. - Costos laborales. - Adquisición de materia prima si aplica.Costos de embolsado y empaquetado. - Gastos de distribución y transporte.- Publicidad y marketing.

3. Conversión de residuos a energía

Categoría Canvas	Descripción
Segmentos de Cliente	- Industrias con demanda energética- Municipios y ciudades buscando soluciones sostenibles Plantas y fábricas.- Empresas de servicios públicos (electricidad). - Comunidades off-grid.

Propuesta de Valor	- Generación de energía limpia y sostenible a partir de residuos. - Solución para la gestión de residuos urbanos. Reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. - Ahorro económico a largo plazo. Cumplimiento de regulaciones medioambientales.
Canales	- Venta directa a industrias y empresas. Contratos con gobiernos y municipalidades. - Alianzas con proveedores de energía.-Sitio web y presentaciones en ferias y congresos del sector energético.
Relaciones con Clientes	- Contratos a largo plazo. Asesoramiento técnico y mantenimiento. Atención al cliente personalizada.Capacitaciones sobre la tecnología y su operación.
Fuentes de Ingresos	- Venta de energía generada.Contratos para la gestión de residuos.- Venta o alquiler de tecnología.Servicios de consultoría y asesoramiento. Mantenimiento y actualizaciones de equipos.
Recursos Clave	- Plantas de conversión de residuos a energía.- Tecnología y equipos.Personal técnico especializado.- Licencias y permisos.- Investigación y desarrollo.
Actividades Clave	- Recolección y clasificación de residuos.- Proceso de conversión (combustión, pirólisis, gasificación, etc.).- Generación y distribución de energía.- Mantenimiento y actualización de equipos.- Investigación y mejora de procesos.
Asociaciones Clave	- Proveedores de tecnología y maquinaria.- Municipalidades y gobiernos.- Empresas de servicios públicos.- Centros de investigación y universidades.- Organizaciones medioambientales.

Estructura de Costos	- Adquisición y mantenimiento de equipos y tecnología.Costos laborales. - Operación de plantas.Investigación y desarrollo.- Licencias y permisos. Costos de distribución y transporte.Marketing y promoción.

4. Upcycling o supra reciclaje

Categoría Canvas	Descripción
Segmentos de Cliente	- Consumidores conscientes medioambientalmente.Diseñadores y artistas.Tiendas de decoración sostenible.Empresas comprometidas con la RSE. Eventos y ferias eco-amigables.
Propuesta de Valor	- Productos únicos y sostenibles creados a partir de materiales reutilizados.Diseño innovador y con historia.Contribución a la economía circular.Reducción de la huella de carbono.Fomento de una cultura de reutilización y sostenibilidad.
Canales	- Tienda en línea propia.Colaboraciones con tiendas eco-amigables.Pop-ups y ferias de diseño. Redes sociales y marketing digital.Talleres y eventos de upcycling.
Relaciones con Clientes	- Venta directa (B2C).Programas de lealtad y recompensas. Talleres y capacitaciones de upcycling. - Atención personalizada y pedidos a medida.- Comunidades y grupos en redes sociales.
Fuentes de Ingresos	- Venta de productos upcycled.Cursos y talleres de upcycling. Colaboraciones y patrocinios.Consultoría en sostenibilidad y diseño.

Recursos Clave	- Acceso a materiales para reutilizar. Espacio de taller y diseño. Herramientas y equipos para el upcycling.Personal creativo y capacitado.Plataforma de venta en línea.
Actividades Clave	- Colección y selección de materiales.Diseño y creación de productos. Marketing y promoción. Ventas y distribución.Talleres y eventos educativos.
Asociaciones Clave	- Proveedores de materiales descartados.Diseñadores y artistas colaboradores.Plataformas de venta en línea.Organizaciones medioambientales. Influencers y embajadores de marca en el ámbito sostenible.
Estructura de Costos	- Adquisición de materiales (aunque muchos pueden ser gratuitos o de bajo costo).Costos laborales.Marketing y publicidad.Mantenimiento de la plataforma de venta en línea. - Costos de envío y logística. Alquiler o compra de espacio de trabajo.Herramientas y equipamiento.

5. Digestión anaerobia

Categoría Canvas	Descripción
Segmentos de Cliente	- Empresas de servicios públicos (electricidad y gas). Granjas y explotaciones agrícolas.Plantas industriales y de alimentos con desechos orgánicos. Municipalidades y gestores de residuos.
Propuesta de Valor	- Producción sostenible de energía limpia. Reducción de residuos orgánicos.Contribución a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.Aprovechamiento de residuos para generación de energía.- Alternativa ecológica y económica a fuentes de energía convencionales.

Canales	- Venta directa a empresas y municipios.- Asociaciones con compañías de servicios públicos. Participación en ferias y exposiciones de energías renovables. Sitio web y plataformas digitales especializadas en energía y sostenibilidad.
Relaciones con Clientes	- Contratos de suministro a largo plazo. Servicio de postventa y mantenimiento.Capacitaciones y talleres sobre la gestión y uso del biogás. Soporte técnico especializado.
Fuentes de Ingresos	- Venta de biogás a compañías de servicios públicos. Venta de equipos y sistemas de digestión anaerobia.- Consultoría y diseño de sistemas de biogás a medida.Servicios de mantenimiento y actualización.
Recursos Clave	- Instalaciones para la digestión anaerobia. Equipos y tecnología para la conversión y almacenamiento de biogás. Personal técnico especializado. Red de suministro de residuos orgánicos.
Actividades Clave	- Colección y procesamiento de residuos orgánicos. Operación y mantenimiento de digestores anaerobios. Producción y almacenamiento de biogás.Investigación y desarrollo para optimizar la eficiencia y reducir costos. Marketing y ventas.
Asociaciones Clave	- Proveedores de tecnología y equipos para la digestión anaerobia. Empresas de transporte y gestión de residuos. Organizaciones de investigación y desarrollo en energías renovables. - Asociaciones de energías limpias y sostenibilidad.
Estructura de Costos	- Adquisición y mantenimiento de equipos y tecnología.- Costos operativos de las instalaciones de digestión anaerobia. Costos de recolección y transporte de residuos orgánicos. Gastos de investigación y desarrollo. Costos de marketing, ventas y administración. Salarios y beneficios del personal.

6. Desmontaje y re-manufactura

Categoría Canvas	Descripción
Segmentos de Cliente	- Empresas y fabricantes que requieran componentes remanufacturados. Clientes que busquen productos más ecológicos o con certificaciones de sostenibilidad.Compañías de electrónica y electrodomésticos que buscan reducir costos. Clientes en mercados donde la economía circular es valorada.
Propuesta de Valor	- Reducción de costos al utilizar componentes remanufacturados. - Contribución a la economía circular y reducción de la huella ecológica. - Extensión del ciclo de vida de productos y componentes. - Productos remanufacturados con garantía y calidad similar a nuevos.
Canales	- Venta directa a empresas y fabricantes. - Plataformas online y sitios web de re-manufactura. - Distribuidores y representantes especializados. - Ferias y exposiciones industriales.
Relaciones con Clientes	- Contratos a largo plazo con empresas que suministran componentes para re-manufacturar. - Servicio postventa y garantía para productos re-manufacturados. - Asesoría y consultoría en procesos de re-manufactura. - Programas de fidelidad para clientes recurrentes.
Fuentes de Ingresos	- Venta de componentes y productos re-manufacturados. - Servicios de desmontaje y re-manufactura a terceros. - Consultoría en re-manufactura y economía circular. - Venta de certificaciones de sostenibilidad o re-manufactura a empresas.
Recursos Clave	- Instalaciones y herramientas de desmontaje. - Equipos y tecnología de re-manufactura. - Personal especializado en procesos de re-manufactura. - Relaciones con proveedores y fabricantes originales.

Actividades Clave	- Identificación y adquisición de productos para desmontaje. - Proceso de desmontaje y clasificación de componentes. - Proceso de re-manufactura y control de calidad. - Marketing y ventas de componentes remanufacturados. - Investigación y desarrollo para mejorar técnicas de re-manufactura.
Asociaciones Clave	- Proveedores de tecnología y herramientas de re-manufactura. - Asociaciones y organismos de certificación de sostenibilidad. - Redes y asociaciones de economía circular. - Universidades y centros de investigación en procesos de re-manufactura.
Estructura de Costos	- Adquisición y mantenimiento de equipos y tecnología de re-manufactura. - Costos operativos de instalaciones de desmontaje. - Costos de adquisición de productos para desmontaje. - Gastos en investigación y desarrollo. - Costos de marketing, ventas y administración. - Salarios y beneficios del personal.

7. Sistemas de depósito y devolución

Categoría Canvas	Descripción
Segmentos de Cliente	- Consumidores habituales de productos envasados. - Minoristas y supermercados que venden productos en envases retornables. - Fabricantes de productos que requieren embalaje. - Organizaciones y gobiernos interesados en reducir residuos.
Propuesta de Valor	- Reducción del impacto ambiental al reutilizar envases.Incentivos económicos para consumidores que retornen envases.Disminución de costos para empresas al reutilizar envases. - Cumplimiento de regulaciones y normativas medioambientales.
Canales	- Puntos de recolección en tiendas y supermercados. Máquinas automáticas de devolución en lugares estratégicos.Campañas de sensibilización y educación en medios tradicionales y redes sociales. Colaboración con gobiernos y organizaciones en campañas de reciclaje.
Relaciones con Clientes	- Programas de incentivo para clientes que devuelven un número significativo de envases. - Servicio de atención al cliente para resolver dudas sobre el sistema. Educación y capacitación sobre la importancia del retorno de envases.
Fuentes de Ingresos	- Venta de envases reutilizados a fabricantes. Ingresos por servicios de gestión y logística del sistema de devolución.Subvenciones o incentivos gubernamentales por contribuir a programas de sostenibilidad.
Recursos Clave	- Infraestructura de recolección y clasificación de envases. Tecnología y máquinas automáticas de devolución. Red logística para la distribución y devolución de envases. Alianzas con minoristas y fabricantes.

Actividades Clave	- Recolección y clasificación de envases retornados.- Limpieza y reacondicionamiento de envases para su reutilización.- Coordinación logística para el retorno de envases a fabricantes.- Campañas de concienciación y educación.
Asociaciones Clave	- Minoristas y supermercados participantes en el sistema. - Fabricantes de productos que usan envases retornables. - Organizaciones medioambientales y de sostenibilidad. - Gobiernos y entidades reguladoras.
Estructura de Costos	- Inversión inicial en infraestructura y máquinas de devolución. - Costos operativos de puntos de recolección y centros de reacondicionamiento. - Gastos de logística y transporte. - Costos de campañas de sensibilización y marketing. - Salarios y beneficios del personal involucrado.

Este modelo puede ser adaptado según el tipo de envase (por ejemplo, botellas de plástico, latas de aluminio, etc.), la región geográfica, y las regulaciones locales. El sistema de depósito y devolución ha demostrado ser efectivo en muchos países para reducir el desperdicio y fomentar el reciclaje, por lo que es una excelente iniciativa desde el punto de vista medioambiental y también puede ser rentable desde el punto de vista empresarial.

8. Plataformas de intercambio y donación

Categoría Canvas	Descripción
Segmentos de Cliente	- Personas interesadas en donar o intercambiar artículos no deseados. - Personas buscando artículos específicos sin costo o a cambio de otros objetos. - Organizaciones benéficas y ONGs buscando donaciones. - Personas conscientes del medio ambiente y que buscan una economía circular.

Propuesta de Valor	- Facilitar el intercambio y donación de artículos, reduciendo el desperdicio. - Ahorro económico para usuarios que obtienen artículos sin comprar. - Un mercado confiable y seguro para intercambios y donaciones. - Herramienta de sostenibilidad y economía circular.
Canales	- Plataforma web y aplicaciones móviles. - Promoción a través de redes sociales, blogs, y medios tradicionales. - Alianzas con organizaciones benéficas y otras plataformas de sostenibilidad.
Relaciones con Clientes	- Soporte técnico en línea para la plataforma. - Comunidad activa y foros para discutir intercambios y donaciones. - Tutoriales y FAQs sobre cómo usar la plataforma de manera efectiva.
Fuentes de Ingresos	- Publicidad en la plataforma. - Donaciones voluntarias de los usuarios. - Servicio premium para destacar artículos o obtener beneficios adicionales. - Comisiones por intercambios exitosos o servicios adicionales.
Recursos Clave	- Plataforma de software y mantenimiento técnico. - Equipos y servidores. - Comunidad activa y comprometida. - Alianzas con ONGs y organizaciones benéficas.
Actividades Clave	- Mantenimiento y mejora constante de la plataforma. - Moderación de artículos y usuarios para garantizar la seguridad. - Promoción y marketing para atraer nuevos usuarios. - Alianzas y colaboraciones.
Asociaciones Clave	- ONGs y organizaciones benéficas que requieren donaciones. - Empresas y marcas interesadas en la sostenibilidad y la economía circular. - Influencers y líderes de opinión en áreas de sostenibilidad y economía colaborativa.

Estructura de Costos	- Desarrollo y mantenimiento de la plataforma. - Gastos de marketing y publicidad. - Costos administrativos y de operación. - Salarios y beneficios para el equipo y empleados. - Costos de servidores y tecnología.

9. Educación y talleres de reducción reutilización y reciclaje en hogares

Categoría Canvas	Descripción
Segmentos de Cliente	- Familias interesadas en llevar un estilo de vida sostenible.- Escuelas y centros educativos.- Comunidades y asociaciones de vecinos.- Empresas que busquen educar a sus empleados en sostenibilidad.
Propuesta de Valor	- Proporcionar educación práctica y herramientas para una vida sostenible. - Mejorar la conciencia medioambiental en hogares y comunidades.- Talleres interactivos y personalizados según las necesidades del grupo.- Información actualizada y basada en investigaciones sobre sostenibilidad.
Canales	- Sitio web de la organización.- Redes sociales para promocionar talleres y eventos. - Colaboraciones con escuelas y empresas.- Webinars y cursos en línea.
Relaciones con Clientes	- Sesiones interactivas y feedback constante.- Grupos de apoyo y comunidades en línea para compartir consejos y prácticas.- Soporte post-taller para resolver dudas y continuar el aprendizaje.
Fuentes de Ingresos	- Venta de tickets o inscripciones a talleres.- Cursos en línea de pago.- Venta de kits de herramientas o materiales para reciclaje.- Donaciones y patrocinios.

Recursos Clave	- Expertos en sostenibilidad y educación ambiental.- Materiales y herramientas para los talleres.- Plataformas online para cursos y webinars.- Espacios físicos adecuados para la formación.
Actividades Clave	- Diseño y planificación de talleres y cursos. - Investigación continua sobre prácticas sostenibles. - Promoción y marketing para atraer participantes.- Evaluación y mejora constante de los programas educativos.
Asociaciones Clave	- Escuelas y centros educativos.- ONGs y organizaciones ambientales.- Empresas y marcas sostenibles que puedan patrocinar o colaborar.- Influencers y líderes de opinión en el área de sostenibilidad y medio ambiente.
Estructura de Costos	- Salarios y honorarios de los educadores y expertos.- Costos de materiales y herramientas.- Gastos de marketing y promoción.- Alquiler o gastos asociados a espacios de formación.- Plataformas y tecnologías online.

ANEXO No. 5:

CONSIDERACIONES SOBRE EL COBRO DE TASAS POR ASEO Y RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS.-

Con la premisa de que las tasas ayudan al sostenimiento de gastos públicos, resulta imprescindible implementar en el resto de los municipios del área metropolitana el cobro de tasas por servicio de barrido, limpieza, recolección de residuos y destino final de la basura.

En medio de estos desafíos, la recaudación por tasas podría mejorar significativamente los gastos actuales de los municipios al tener actualmente que subvencionar este servicio, tan solo simplificando el cumplimiento fiscal y reduciendo los costos cognitivos asociados; pues, como sabemos por la economía del comportamiento, la gente tiene una capacidad de atención limitada, e incluso las personas bien intencionadas pueden acabar no pagando si el proceso estresa demasiado su capacidad de concentración y comprensión. Por lo que resultaría necesario implementar y simplificar,- terciarizando, mecanismos de cobro, al ser sin duda uno de los motivos de no poder hacerlo directamente la falta de registro tributario.

Sin embargo para entender por qué hasta la fecha no se implementó algún mecanismo o por qué en los pocos municipios que incluso cuentan con una norma expresa, no es posible su cobro e implementación, es necesario realizar un proceso evaluatorio relativo a los ingresos generados por la prestación del servicio con la actual estructura de tasas, a través de este estudio se podrán identificar los problemas que se tienen al haber generado en algún municipio un nivel de recaudaciones que no llegó a cubrir los costos por el servicio prestado.

Se deberá realizar también un estudio de modelo econométrico; método que consiste en estimar una función de los ingresos por concepto de tasa de aseo que depende de variables, donde la variable dependiente es la tasa de aseo en función de las siguientes variables independientes: número de usuarios a los cuales se les presta el servicio, costos por servicio y consumo de energía eléctrica de agua u otras variables que deberán ser analizadas y tomadas en cuenta o no para la aplicación del modelo econométrico. Se deberá también efectuar un estudio de la participación de responsabilidades de los Gobiernos Autónomos Municipales, las Empresas Municipales de Aseo, de los operadores privados y de las microempresas.

El objetivo principal de este estudio será: “Establecer un adecuado control, regulación y seguimiento en la administración, recaudación y prestación del servicio de. aseo en cada uno de los municipios del Área Metropolitana que posibilite una recaudación de la tasa de aseo que pueda cubrir y mejorar la prestación del servicio de aseo integral.”

Y sin duda deberá considerarse como objetivos específicos:

1. Mostrar un procedimiento de cálculo para encontrar una tasa de aseo acorde a nuestra realidad.

2. Desarrollar técnicas más eficientes en el cobro, considerando que la cobranza de tarifas facturada conjuntamente con otros servicios públicos como agua potable y/o energía

eléctrica, en general es eficiente y tiende a lograr el autofinanciamiento de los servicios de limpieza pública, cuando está incluida en la facturación del impuesto predial por ejemplo u otro, el índice de morosidad tiende a ser más alto.

Por último será también necesario un estudio de costos, sobre todo considerando que tal como dispone la Constitución Política del Estado el Gobierno Municipal tiene Autonomía de Gestión, la Ley de Autonomías, la ley No. 482 de Gobiernos Autónomos Municipales, y la Ley de Residuos Sólidos le da la competencia de dotar de saneamiento básico a todo el municipio, le exige mejorar y fortalecer la eficiencia y eficacia de la administración pública en la prestación de servicios, dichas normas le exigen contribuir a la satisfacción de necesidades colectivas, recaudar y administrar los Ingresos Municipales, establecer limitaciones administrativas, conocer y resolver los asuntos administrativos financieros municipales; regular, fiscalizar y administrar, cuando corresponda, los servicios de aseo, manejo y tratamiento de residuos sólidos y la Ley del Código Tributario, le permite crear, modificar, condonar y suprimir tasas.

Es en este sentido que los Gobiernos Municipales del Área Metropolitana con apoyo del Gobierno Departamental deben asumir el rol que se le ha asignado, considerando que se trata de responsabilidades. El control se impone como deber irreversible, irrenunciable e intransferible para asegurar la legalidad de la actividad municipal.