

**Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ingeniería.
Carrera Interinstitucional de
Doctorado en Ingeniería Industrial**

Doctoranda
Sonia Romina NIEZWIDA

**Modelo alternativo para la gestión de residuos
sólidos domiciliarios. Factibilidad de aplicación
en municipios y micro-regiones de la provincia
de Misiones, Argentina**

**Tesis de Doctorado presentada para obtener el título de
“Doctora en Ingeniería Industrial”**

“Este documento es resultado del financiamiento otorgado por el Estado Nacional, por lo tanto,
queda sujeto al cumplimiento de la Ley N° 26.899”.

Director
Dr. Ing. Juan Carlos MICHALUS
Co-Directora
Dra. Ing^a. Graciela Beatriz GAVAZZO

Oberá, Misiones, marzo 2026



Esta obra está licenciado bajo Licencia Creative Commons (CC) Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE MISIONES
FACULTAD DE INGENIERÍA**



**Doctorado en Ingeniería Industrial
- Carrera Interinstitucional -**

TESIS

**MODELO ALTERNATIVO PARA LA GESTIÓN DE
RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS.
FACTIBILIDAD DE APLICACIÓN EN MUNICIPIOS
Y MICRO-REGIONES DE LA PROVINCIA DE
MISIONES, ARGENTINA**

Sonia Romina Niezwida

**Oberá, Misiones, Argentina
2026**



**Universidad Nacional de Misiones
Facultad de Ingeniería**

**Doctorado en Ingeniería Industrial
- Carrera Interinstitucional -**

**MODELO ALTERNATIVO PARA LA GESTIÓN DE
RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS.
FACTIBILIDAD DE APLICACIÓN EN MUNICIPIOS
Y MICRO-REGIONES DE LA PROVINCIA DE
MISIONES, ARGENTINA**

**Autora: Ing^a. Sonia Romina NIEZWIDA
Director: Dr. Ing. Juan Carlos MICHALUS
Co-Directora: Dr^a. Ing^a. Graciela Beatriz GAVAZZO**

**Oberá, Misiones, Argentina
2026**

Dedicado a:

A mis padres, por darme la vida
y desde pequeña, la libertad de SER.

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas e instituciones que han contribuido para la realización de esta investigación.

En primer lugar, a mis orientadores Dr. Juan Carlos Michalus, Dra. Graciela Beatriz Gavazzo, Dr. Raimundo Forradellas, cuyo acompañamiento ha sido fundamental para el desarrollo de este trabajo. También al Dr. Ricardo Palma de la UNCuyo (Argentina) y a la Dra. Juliana Campos Leite Tonelli de la UFABC (Brasil), por recibirme cálidamente en sus instituciones durante la estancia de investigación, a la Dra. Sonia Yasinski y al Dr. Marcelo Monge García por ser compañeros de proceso y por sus aportes científicos brindados cuando más los necesité.

Agradezco también a mi familia Eduardo y a mis seres queridos, por su apoyo, paciencia y ánimo en cada etapa del proceso transitado.

Asimismo, reconozco el trabajo colaborativo de los estudiantes de ingeniería industrial quienes realizaron su práctica profesional con el tema de investigación: Rocío, Araceli, Mariana, Fernanda, Matías, Samuel, Nicolás, Fabrizio y Gonzalo.

Finalmente, extendiendo mi gratitud a todas las personas que formaron parte de la lista de expertos para validar el instrumental, especialmente al Bioing. Santiago Frick ex integrante de la municipalidad de Oberá, Misiones y al subsecretario de Economía Circular de Misiones Lic. Fernando Santa Cruz y a quienes directa o indirectamente, me han motivado a seguir avanzando y creyendo en el valor de la investigación como motor de transformación.

*"La naturaleza no tiene prisa,
pero todo se cumple"*

Lao Tse

Título: Modelo alternativo para la gestión de Residuos Sólidos Domiciliarios. Factibilidad de aplicación en municipios y micro-regiones de la provincia de Misiones, Argentina.

Autora: Ing^a. Sonia Romina Niezwida

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se desarrolló un procedimiento metodológico como herramienta que propone una solución al problema científico, identificado como la carencia de un modelo de gestión de Residuos Sólidos Domiciliarios alternativo a los actuales, basado en la cooperación de actores locales, que permita mejorar las condiciones actuales de gestión aprovechando los recursos disponibles en municipios y micro regiones, y contribuir al desarrollo local. El Modelo incluye un procedimiento general y sus procedimientos específicos asociados, que facilitan su aplicación práctica a los municipios y/o micro regiones de la provincia de Misiones. Adicionalmente, se desarrolló una guía metodológica adaptada para realizar la caracterización de los Residuos Sólidos Domiciliarios en un municipio pequeño, y un Índice de Progreso de Proyecto (IPP), como indicador cuantitativo del avance de las acciones proyectadas. Se presentan los resultados obtenidos de aplicar la estrategia de comprobación de la hipótesis general de investigación, desde el punto de vista de su factibilidad como de los resultados esperados de su aplicación. Para ello, se recurrió a la consulta con expertos competentes en la temática (método Delphi), a la identificación de los potenciales Modos de Falla y Efecto en la gestión y sus causas (AMFE), asimismo la demostración de cómo el procedimiento desarrollado permitiría eliminarlas o minimizarlas. La simulación mediante Dinámica de Sistemas, con aplicación de estrategias de economía circular en una micro-región de la provincia de Misiones, muestra que la implementación del modelo propuesto permitiría disminuir los costos y la Huella de Carbono (HC) asociada a las actividades de transporte y disposición final de los residuos. Finalmente, se presenta un conjunto de conclusiones generales y recomendaciones derivadas de la investigación.

Palabras Clave: Residuos Sólidos Domiciliarios; Modelo de gestión; Cooperación; Cuádruple Hélice, Economía circular; Municipios; Micro regiones. Desarrollo local.

Title: Alternative model for the management of Household Solid Waste. Feasibility of application in municipalities and micro-regions of the province of Misiones, Argentina.

ABSTRACT

In this research work, a methodological procedure was developed as a tool that proposes a solution to the identified scientific problem: the lack of an alternative Household Solid Waste (HSW) management model to the current ones, based on the cooperation of local actors. This model aims to improve current management conditions by making use of available resources in municipalities and micro-regions, and to contribute to local development. The model includes a general procedure and its associated specific procedures, which facilitate its practical application to municipalities and/or micro-regions in the province of Misiones. Additionally, a methodological guide was developed and adapted to carry out the characterization of Household Solid Waste in a small municipality, as well as a Project Progress Index (PPI), designed as a quantitative indicator to measure the progress of the projected actions. The results obtained from applying the strategy for testing the general research hypothesis are presented, both from the perspective of its feasibility and the expected outcomes of its implementation. For this purpose, the study relied on consultation with experts in the field (Delphi method), the identification of potential failure modes in waste management and their causes (FMEA), as well as the demonstration of how the developed procedure would help to eliminate or minimize them. System Dynamics simulation, incorporating circular economy strategies in a micro-region of the province of Misiones, shows that implementing the proposed model would reduce both costs and the Carbon Footprint (CF) associated with waste transport and final disposal activities.

Finally, a set of general conclusions and recommendations derived from the research is presented.

Keywords: Household Solid Waste; Management Model; Cooperation; Quadruple Helix; Circular Economy; Municipalities; Micro-regions; Local Development.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
<u>CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO REFERENCIAL DE LA INVESTIGACIÓN</u>	7
1.1 Residuo y urbanización	9
1.2 Gestión.....	11
1.3 Desarrollo Sostenible	13
1.4 Regionalización y municipios periféricos.....	15
1.5 Marco legal para los residuos en Argentina	17
1.6 La cooperación: asociación e integración	20
1.7 Actores Locales	23
1.8 Modelos Estratégicos.....	23
1.9 Modelos de Gestión	24
1.10 Economía Circular y Redes	29
1.11 Capacidades organizacionales	32
1.12 Estado de la práctica.....	35
1.13 Aspectos clave	40
1.14 Conclusiones parciales	40
<u>CAPÍTULO 2: MODELO Y PROCEDIMIENTOS PARA LA GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS EN MUNICIPIOS Y MICRO-REGIONES</u>	42
2.1. Estructura general del modelo de gestión y campo de aplicación	46
2.2. Bases para la implementación del instrumental metodológico propuesto.....	46
2.3. Descripción de las Fases, etapas y pasos del instrumental metodológico propuesto	47
2.3.1. Fase 1: Constitución del grupo de trabajo.....	48
Etapa 1.1: Lanzamiento del instrumental metodológico.....	49
Paso 1: Convocatoria de actores clave.....	49
Paso 2: Presentación del instrumental metodológico	50
Paso 3: Registro de actores dispuestos a cooperar.....	50
Etapa 1.2: Formalización de la red de cooperación	50
Paso 1: Convocatoria para formalizar la red	51
Paso 2: Firma del instrumento legal.....	51
Paso 3: Registrar y documentar.....	51
2.3.2. Fase 2: Diagnóstico y planificación de la GiRSD	51
Etapa 2.1: Evaluación de los residuos RSD de la micro-región	53
Paso 1: Caracterización de los residuos de forma cuantitativa.....	53
Paso 2: Caracterización de los residuos de forma cualitativa	53
Paso 2.1: Conformación de los Grupos Focales.....	54

Paso 2.2: Sesión de grupos focales.....	54
Paso 3: Elaboración del informe diagnóstico de los RSD presentes en la micro-región.....	54
Paso 3.1 Determinar la composición porcentual cuantitativa por residuo.....	54
Paso 3.2: Reunir los aspectos más importantes de cada GF	55
Paso 3.3 Determinar la relevancia de los residuos	55
Paso 3.4: Cálculo del Índice de Capacidad Organizacional.....	56
Paso 4: Socialización del informe diagnóstico	57
Etapa 2.2: Planificación participativa	57
Paso 1: Convocatoria a Mesa de Trabajo Participativa (MTP).....	58
Paso 2: Identificación de actividades	58
Paso 3: Priorización de actividades y formulación del plan de acción	59
2.3.3. Fase 3: Ejecución y control	61
Etapa 3.1: Implementación planes de acción.....	62
Paso 1: Ejecución de actividades	62
Paso 2: Adecuación del plan.....	63
Etapa 3.2: Seguimiento y control de actividades planificadas	63
Paso 1: Revisión de actividades (cálculo del ICA)	64
Paso 2: Verificación de resultados clave	65
Etapa 3.3: Auditoría organizacional	66
Paso 1: Evaluación del trabajo en red	66
Paso 2: Determinación del progreso del proyecto	67
Paso 3: Análisis de causas	68
Paso 4: Implementación de mejoras.....	68
2.4. Conclusiones parciales	69

<u>CAPÍTULO 3: COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS GENERAL DE LA INVESTIGACIÓN: FACTIBILIDAD, PERTINENCIA Y UTILIDAD DE LA SOLUCIÓN METODOLÓGICA PROPUESTA</u>	71
3.1 Valoración del modelo y procedimientos mediante expertos en su variante Delphi.....	71
3.2 Estudio de caso	79
3.3 Modelado y simulación de escenarios para una micro-región de la provincia de Misiones, mediante Dinámica de Sistemas	89
CONCLUSIONES GENERALES Y RECOMENDACIONES	102
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y OTRAS FUENTES DE INFORMACIÓN	
ANEXOS	

Abreviaturas

AMFE Análisis y Modos de Fallas y Efectos
EC Economía Circular
ECS Economía de la Conducta Sostenible
EL Economía Lineal
ENGIRSU Estrategia Nacional de Gestión de Residuos Sólidos Urbanos
ET Estación de Transferencia (de residuos)
CS Cadena de Suministro
DLS Desarrollo Local Sostenible
DS Dinámica de Sistemas
GIR Gestión Integral de Residuos
GIRSU Gestión Integral de Residuos Sólidos
GiRSD Gestionar Residuos Sólidos Domiciliarios
GiRSDoMM Gestión Integral de Residuos Sólidos Domiciliarios en Municipios y Micro-regiones
GRSD Gestión de Residuos Sólidos Domiciliarios
GT Grupo de Trabajo
HC Huella de Carbono
ICA Índice de Concreción de Actividades
ICO Índice de Capacidad Organizacional
IPP Índice de Progreso del Proyecto
IL Instrumento Legal
ISWA International Solid Waste Association (Asociación Internacional de Residuos Sólidos)
MF Método Focal
MN Modelo de Negocio
MP Municipios Periféricos
MTP Mesa de Trabajo Participativa
ODS Objetivos de Desarrollo Sostenible
OL Organizaciones Locales
ONU Organización de las Naciones Unidas
ONG Organización No Gubernamental
RSU Residuos Sólidos Urbanos
RSD Residuos Sólidos Domiciliarios
UE Unión Europea

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXOS CAPÍTULO 1	
<u>ANEXO 1.1</u>	Estaciones de transferencia de Misiones, Argentina y municipios a los que atienden
<u>ANEXO 1.2</u>	Análisis bibliométrico
<u>ANEXO 1.3</u>	Clasificación de los residuos
<u>ANEXO 1.4</u>	Historia de los residuos y consecuencias del manejo ineficiente
<u>ANEXO 1.5</u>	Marco legislativo para los residuos en Argentina: niveles de legislaciones vigentes
<u>ANEXO 1.6</u>	Clasificación general de modelos de gestión
ANEXOS CAPÍTULO 2	
<u>ANEXO 2.1</u>	Constituye una propuesta para el registro de actores dispuestos a cooperar
<u>ANEXO 2.2</u>	Instrumentos legales para cooperación de actores: ventajas y desventajas en las formas de asociación
<u>ANEXO 2.3</u>	Plan de comunicación y sus elementos básicos
<u>ANEXO 2.4</u>	Condiciones que debe reunir el municipio/micro-región para caracterizar sus RSD por IRAM 29.523:2018
<u>ANEXO 2.5</u>	Guía elaborada para municipios que no cuentan con recursos para aplicar IRAM 29.523:2018
<u>ANEXO 2.6</u>	Métodos cualitativos factibles de ser utilizados para diagnosticar municipios y micro-regiones
<u>ANEXO 2.7</u>	Preguntas guía para sesiones del Método Focal (MF)
<u>ANEXO 2.8</u>	Índice de Capacidad Organizacional (ICO)
<u>ANEXO 2.9</u>	Guía propuesta para realizar el informe de diagnóstico de los RSD
<u>ANEXO 2.10</u>	Guía simplificada para el desarrollo de mesas de trabajo participativas
<u>ANEXO 2.11</u>	Matriz de planificación: un registro propuesto donde se exponen los elementos necesarios para ejecutar el proyecto
<u>ANEXO 2.12</u>	Registro de tareas para seguimiento y control
<u>ANEXO 2.13</u>	Acciones para reforzar en los planes de acción, según el valor resultante del ICO
<u>ANEXO 2.14</u>	Lineamientos de acción propuestos para la GiRSD en un municipio o micro-región
ANEXOS CAPÍTULO 3	
<u>ANEXO 3.1</u>	Lista de expertos pre-seleccionados
<u>ANEXO 3.2</u>	Autoevaluación de expertos
<u>ANEXO 3.3</u>	Cuestionario para expertos ronda 1
<u>ANEXO 3.4</u>	Resultados de la ronda 1
<u>ANEXO 3.5</u>	Cuestionario para expertos ronda 2
<u>ANEXO 3.6</u>	Resultados de la ronda 2
<u>ANEXO 3.7</u>	Jornada por el día mundial del medio ambiente
<u>ANEXO 3.8</u>	Información documentada de actividades llevadas a cabo en municipios de Misiones Argentina y del ABC Paulista, Brasil.
<u>ANEXO 3.9</u>	Guía de preguntas que han conducido a la obtención de información para concretar el AMFE
<u>ANEXO 3.10</u>	Información primaria reunida durante la investigación
<u>ANEXO 3.11</u>	Detalle de escalas referidas a severidad, ocurrencia y detección de fallas
<u>ANEXO 3.12</u>	Análisis AMFE para dos micro-regiones y acciones correctivas incorporadas al instrumental metodológico desarrollado
<u>ANEXO 3.13</u>	Lista de las variables del modelo utilizadas en la simulación mediante Dinámica de sistemas

INTRODUCCIÓN

El residuo, también denominado "basura" o "desecho" ha tenido una evolución del concepto a lo largo del tiempo.

En un principio, los residuos fueron considerados como materiales o elementos que, después de haber sido utilizados por su poseedor/a eran descartados como inservibles o inútiles (Tchobanoglous et al., 1994). Luego, se los ha definido como "subproductos de la actividad humana con carencia de valor" (McDougall et al., 2004). Posteriormente, Castell et al. (2012) afirmaron que los residuos son el "efecto de la ineficiencia de los sistemas de producción, pues las tecnologías de tratamiento para el control de la contaminación producen un aumento de residuos sólidos". La definición de Ellen MacArthur Foundation, (2020), se considera pertinente a los objetivos de la presente investigación, dado que plantea a los residuos como potenciales recursos de otros procesos a través de bucles circulares. Por lo tanto, la Economía Circular (EC) ha llegado para reemplazar la percepción de fin de vida de materiales residuales por las prácticas de reducir, reciclar, reutilizar y recuperar residuos para utilizarlos en otros procesos, mientras que se denomina "basura" al material que no posee valor residual.

En Argentina, el artículo 2 de la Ley Nacional N°25.916/2004 "Gestión de residuos domiciliarios", define a los residuos domiciliarios como "aquellos elementos, objetos o sustancias, que, como consecuencia de los procesos de consumo y desarrollo de las actividades humanas, son desechados y o abandonados", la Ley ha sido reglamentada en el año 2022 (Decreto 779/2022) donde ha incorporado anexos, entre ellos un código unificado de colores para la clasificación e identificación de fracciones de residuos domiciliarios.

Esta investigación se enfoca en los residuos sólidos que son originados en domicilios particulares cuya responsabilidad de gestión en Argentina, recae sobre cada municipio. A su vez, los municipios – unidades político-administrativas locales con autonomía reconocida en el artículo 123 de la Constitución Nacional - tienen a su cargo la organización y gestión de los intereses y servicios públicos de la comunidad, incluida la gestión de los residuos que generan.

En el país, el 85 % de las localidades son municipios denominados periféricos¹ y forman parte de micro-regiones² donde las condiciones se ven desfavorecidas. Generalmente son distritos con población menor a 20.000 habitantes, según el último censo de población y viviendas en Argentina (INDEC, 2022). Estas condiciones, agudizan problemáticas vinculadas a la gestión en dichos municipios, con necesidad de una "modernización del modelo actual" (IFAT, 2025) y donde

¹ Los municipios periféricos son localidades cuya ubicación geográfica condiciona desfavorablemente sus realidades sociales, económicas y ambientales.

² La micro-región es un concepto que trasciende los límites geográficos, por lo tanto, en el marco de esta investigación, se entiende por 1 o más municipios, cuyo espacio territorial está constituido por actores clave tales como, el estado, las organizaciones locales, empresas recicladoras y la academia. Según Altschuler (2023) se denomina micro-región a la asociación de municipios que buscan el desarrollo de sus localidades y territorios, así como la articulación de estrategias y visiones comunes. En este contexto, la micro-región es un espacio de cooperación local articulado en torno a un municipio núcleo, que integra a distintos actores clave involucrados en la gestión de los residuos sólidos domiciliarios.

la gestión de los Residuos Sólidos Domiciliarios RSD (determinados así por su origen) constituye un problema complejo de triple impacto: social, económico y ambiental (Colomina, 2005; Esparza, 2021; García-Gómez, 2023; Niezwida, 2024; Saidón y Sorroche, 2024).

El crecimiento demográfico, sumado al incremento de las actividades antropogénicas y a la cultura del consumo-descarte hace que los residuos sean potenciales fuentes de contaminación cuando no son gestionados de manera adecuada en cada localidad (Gutiérrez, 2013).

Según un estudio del Banco Mundial, se espera que en el mundo se generen alrededor de 2,59 y 3,4 mil millones de toneladas de residuos para el 2030 y 2050 respectivamente, con un aumento del 80 % por cada 25 años transcurridos (aproximadamente 2200 millones de toneladas en 2025) (ONU, 2024). Por ello, resulta imprescindible iniciar un camino de transición entre el modelo histórico que representa la Economía Lineal (EL) a un modelo de Economía Circular (EC) (*Informe del Banco Mundial, 2018*).

Algunas investigaciones coinciden que a medida que los países transitan hacia su desarrollo, también aumenta la producción de residuos por habitante (Castillo Meza y Luzardo Briceño, 2013; Rahman 2010). Por su parte, la organización internacional (referente en el tema de residuos) *International Solid Waste Association* (ISWA) sostiene en su informe “El futuro del sector de gestión de residuos” que el reciclaje puede contribuir significativamente a la disminución del efecto invernadero. Sin embargo, la generación de residuos podría aumentar significativamente para el 2050 si no se toman medidas urgentes (UNEP, 2024).

“*The Circularity Gap Report 2024*”³ ha enfatizado en la brecha de circularidad⁴ y señaló que cada año se extraen de la tierra alrededor de 100.000 millones de toneladas de materiales vírgenes y solamente el 7,2 % vuelve a los procesos en forma de materiales reciclados. Es decir, los materiales que regresan a la economía global al finalizar su vida útil no alcanzan el 10 %. Además, el estudio refleja que sólo en los últimos seis años, la economía mundial ha extraído y utilizado casi tantos materiales como en todo el siglo XX (*The Circularity Gap Report 2024*). A su vez, los espacios e infraestructura necesaria para la gestión de los residuos en los municipios pueden ser escasos o inexistentes - sumado a la resistencia de los habitantes a tener cerca de su casa instalaciones vinculadas a la transferencia, transporte, tratamiento, y disposición final⁵ de residuos llamado efecto NIMBY (*Not In My Back Yard*: no en mi patio trasero) - donde la Economía de la Conducta Sostenible (ECS) tiene un papel fundamental en las comunidades implicadas (Gravano, 2011; Rollandi, 2012; Calvo, 2024).

³ Un informe anual sobre la economía circular en el mundo en 2024, disponible en <https://www.circularity-gap.world/2024>. (Acceso: 02/08/2024).

⁴ La brecha de circularidad se refiere a la diferencia entre la cantidad de residuos generados y la cantidad de materiales reciclados o reintegrados de manera eficiente a procesos mediante bucles de EC (Alejandrino, 2022).

⁵ La disposición final comprende el conjunto de operaciones destinadas a lograr el depósito permanente de los residuos domiciliarios, así como de las fracciones de basura, denominados a los residuos sin alternativa de valorización (Ley N° 25.916 - Decreto 779/2022, Anexo I).

En la provincia de Misiones, los RSD constituyen un problema pendiente, ya que gran parte de ellos terminan hoy en basurales a cielo abierto (Arroyo, 2002; Saidón y Sorroche, 2024) y donde en varias micro-regiones, la situación se agrava por incendios debidos a la quema de residuos, la falta de alternativas emergentes y por la disparidad en capacidades técnicas y financieras de los municipios (Primera Edición, 2025).

Actualmente, el sistema de gestión de residuos de la provincia de Misiones, es considerado lineal ya que funcionan 26 estaciones de transferencia y dos rellenos sanitarios para disposición final de los RSD (ANEXO 1.1), los cuales han sido puestos en funcionamiento en el año 2001 (El territorio, 2014). Asimismo, en los municipios de Misiones, los basurales a cielo abierto aún no han sido erradicados, mientras que los rellenos sanitarios continúan expandiéndose y ocupando varias hectáreas de suelo, que se cubren progresivamente con capas de residuos año tras año. El impacto ambiental producido es relevante, debido a las cantidades de residuos depositadas a diario (Figura I.1) además de la huella de carbono asociada a ellos, generada por la descomposición de los residuos y por el combustible utilizado en el transporte de los RSD - cuyo recorrido supera los 2.000.000 km por año por parte de la empresa concesionaria AESA que traslada los residuos desde las Estaciones de Transferencia (ET) hasta los rellenos sanitarios - sin incluir el combustible consumido por los camiones recolectores de cada uno de los municipios de Misiones (Primera edición, 2021).



Figura I.1: Disposición final de la basura en el relleno sanitario de Fachinal, Misiones Argentina.

Fuente: Diario Primera edición, 8 de enero de 2021.

Frente a este escenario, y con el objetivo de disminuir la cantidad de residuos dispuestos de manera inadecuada y en rellenos sanitarios, el gobierno provincial creó la Subsecretaría de Economía Circular en el año 2022 para impulsar programas y alternativas en la provincia de Misiones, Argentina (EC – Cambio Climático) (Misiones Online, 2022).

Otra realidad, se presenta al transitar los municipios de Misiones, donde se pueden observar residuos domiciliarios depositados intencionalmente al costado de las plazas, rutas, calles, caminos vecinales e inclusive en las chacras. Ante esta situación (Figura I.2.) los vecinos manifiestan que "el municipio debe intervenir para evitar el desastre ambiental [...] ello evidencia problemáticas complejas que difícilmente puedan gestionarse sin mecanismos de intervención y

colaboración. Dichas situaciones no solo provocan malestar en la población, sino que degradan el paisaje de la selva misionera y actúan como fuentes activas de contaminación del suelo, agua y aire.



Figura I.2: Basura en camino vecinal de San Pedro, Misiones.
Fuente: Radio la Opinión, 2024.

La Inadecuada gestión de los RSD en municipios periféricos de Misiones, Argentina se origina por cuestiones que se ilustran en la Figura I.3.

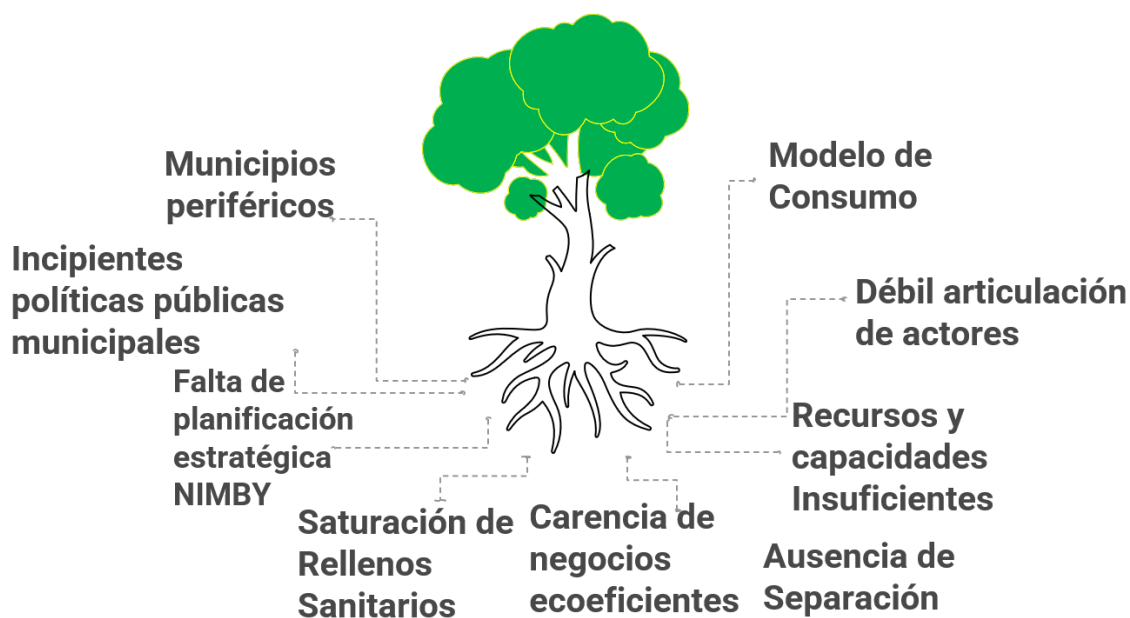


Figura I.3: Problemas y dificultades relacionados a RSD en municipios de Misiones, Argentina.
Fuente: Elaboración propia.

La situación problemática expuesta (Figura I.3), evidencia la necesidad de encarar procesos de investigación científica que auxilien a mejorar la gestión de los residuos de tipo sólidos domiciliarios en los municipios en general, y en los periféricos en particular, para incentivar al

desarrollo sostenible en municipios y micro-regiones integrando al Estado, Empresas recicladoras, Instituciones educativas y Organizaciones Locales de la provincia de Misiones. Asimismo, cooperar para articular Modelos de Negocio (MN), políticas municipales de reciclaje y compostaje hacia modelos más circulares basados en la Economía de la Conducta Sostenible (ECS). Por lo tanto, el **Problema Científico** identificado en la presente investigación es la carencia de un modelo de gestión alternativo para los RSD, sistemático y basado en la cooperación de actores locales, aplicable a un territorio tal que permita mejorar las condiciones actuales de gestión aprovechando los recursos disponibles.

En respuesta al problema científico planteado, se establecieron los siguientes objetivos:

Objetivo General

Diseñar un modelo alternativo para la gestión de Residuos Sólidos Domiciliarios basado en la cooperación de actores locales, para contribuir al desarrollo sostenible de municipios y micro-regiones de la provincia de Misiones, Argentina.

Objetivos específicos:

- Identificar los tipos de modelos, criterios de valoración residual, técnicas, tecnologías y sistemas propuestos para la gestión de Residuos Sólidos Domiciliarios, con el fin de determinar los recursos, elementos y actores intervinientes en la gestión integral de los mismos.
- Diseñar un modelo que facilite la gestión de Residuos Sólidos Domiciliarios para un corte territorial determinado (micro-región).
- Evaluar la factibilidad de aplicación del modelo desarrollado.

En correspondencia con el problema científico y a partir de la revisión de la literatura y otras fuentes de información, se planteó como **Hipótesis General de Investigación** la siguiente:

"La implementación de un modelo alternativo de gestión de RSD, sustentado en la participación de actores locales y el aprovechamiento de recursos disponibles, podrá mejorar las condiciones de operación, contribuyendo al desarrollo sostenible de municipios y micro-regiones involucradas".

Para validar la hipótesis general de la investigación, la estrategia trazada contempló las siguientes vías:

- Comprobar su factibilidad de aplicación y los resultados previsibles, mediante el método de **Expertos, en su variante Delphi**, donde se constató que el instrumental metodológico desarrollado (modelo, procedimiento general y específicos) en particular la pertinencia, utilidad y consistencia lógica del mismo, la posibilidad de aplicación y los resultados previsibles en una micro-región de la provincia de Misiones.
- Evaluar la robustez del instrumental metodológico propuesto mediante la herramienta **Análisis Modal de Fallas y Efectos (AMFE)** para determinar los posibles modos de falla de los sistemas actuales de gestión de RSD en el caso de una micro-región de Misiones, Argentina y en otra de

San Paulo, Brasil y a partir de ello, mostrar que el instrumental metodológico posee mecanismos que incorporan medidas correctivas para evitar su ocurrencia, tanto en el objeto de estudio práctico (municipios de la provincia de Misiones, Argentina como en otras micro-regiones, demostrando así el potencial generalizador de la solución propuesta.

- Verificar la propuesta alternativa y estrategias aplicadas mediante el modelado y simulación con Vensim PLE v10.3.2 a partir de **Dinámica de Sistemas** para el caso de dos municipios de la provincia de Misiones, Argentina.

La **novedad científica** de la Tesis Doctoral radica en el aporte de un instrumental metodológico con pasos y herramientas, que busca resolver el problema científico de carácter teórico práctico, vinculado con la gestión de RSD en municipios y micro-regiones de la provincia de Misiones, como una vía alternativa a las actuales, tal que permita la utilización coordinada de recursos y cooperación de actores de la Cuádruple Hélice (Estado, Academia, Organizaciones Locales, Empresas).

En cuanto a la integración metodológica causal de la investigación parte del análisis de la información a través de una revisión sistemática de la literatura mediante la guía PRISMA, el desarrollo del modelo y sus procedimientos asociados, la consulta a expertos, el análisis modal de fallas y efectos en dos micro-regiones y la simulación de políticas para la toma de decisiones utilizando dinámica de sistemas.

La presente Tesis Doctoral, se estructuró en tres CAPÍTULOS:

- En el CAPÍTULO 1, se presenta el Marco Teórico Referencial que sustenta la investigación y evidencia que el problema científico no ha sido resuelto;
- En el CAPÍTULO 2, se expone el modelo conceptual y el instrumental metodológico desarrollado para dar solución al problema científico planteado;
- En el CAPÍTULO 3 se aporta evidencia a favor del modelo desarrollado para municipios y micro-regiones de Misiones, Argentina; luego un espacio de conclusiones generales y recomendaciones derivadas de la investigación;

Al final, se presenta la bibliografía, otras fuentes de información consultadas y una serie de anexos necesarios como complemento para la aplicación del instrumental y la comprensión de ciertos aspectos tratados en la presente tesis doctoral.

CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO REFERENCIAL DE LA INVESTIGACIÓN

En el presente CAPÍTULO se desarrollan los conceptos involucrados al problema científico detectado tras realizar la revisión de la bibliografía que se llevó a cabo mediante la guía PRISMA⁶, integrada por las actividades que detallan en la Figura 1.1.

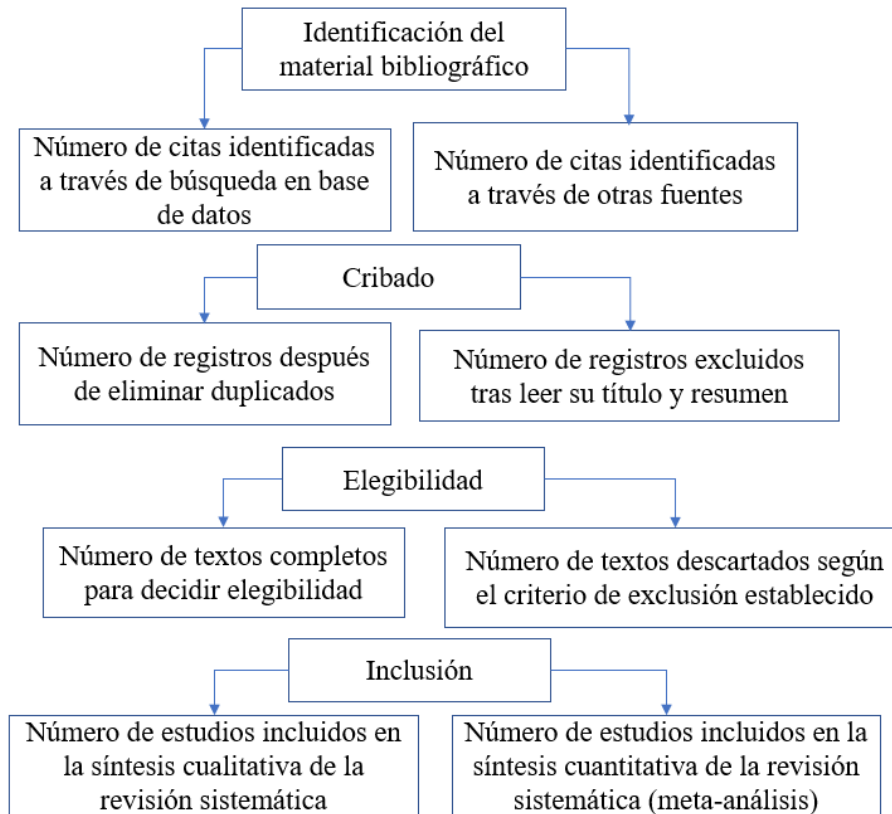


Figura 1.1: Diagrama de flujo para la revisión de la bibliografía mediante PRISMA 2020.
Fuente: elaborado a partir de Matthew et al., 2021 y Reyes & Medina, 2025.

Antes de la identificación del material bibliográfico, se conformó la ecuación de búsqueda más adecuada para la temática abordada, la cual fué aplicada a las bases de datos que se indican en la Tabla 1.1.

Tabla 1.1: Ecuación de búsqueda y cantidad de resultados de búsqueda bibliográfica.

Ecuación de búsqueda: (municipal OR household) AND "solid waste" AND (model OR framework) AND "management" AND (circular economy OR EC)
Google scholar: 33 resultados
Scopus: 336 artículos
Web of science: 67 resultados
Otros estudios: 12 resultados

Fuente: elaboración propia.

⁶ PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses) en una guía para revisiones bibliográficas. Su última versión se dio a conocer en el 2025 y consta de tres etapas que busca obtener revisiones de alta calidad.

Establecida la ecuación de búsqueda se procedió a indagar en Google Scholar, Scopus y Web of Science.

La búsqueda abarcó artículos, capítulos de libros y ponencias de conferencias desde el año 2015 y hasta el año 2025. El criterio de exclusión se aplicó cuando se encontró información repetida y/o el material no tenía suficiente información de interés para el investigador o bien, la información leída (título o resumen) resultó irrelevante.

Además, se agregaron citas determinadas como importantes para la tesis, es decir, aquellas que tenían correspondencia con el tema de interés; formaban parte de revistas u organismos reconocidos; o cuando contenían información original y auténtica.

La información obtenida, se reunió y analizó a través de Bibliometrix con R studio, obteniéndose una única base de datos con 324 documentos (cribado + elegibilidad + inclusión de la información). A partir de la base de datos (con formato.bib) se obtuvieron los principales sub-temas o clústers que sustentan la investigación. El resumen del análisis bibliométrico se encuentra en el ANEXO 1.2.

A partir de las actividades establecidas (Figura 1.1) y las referencias identificadas se ha construido el Marco Teórico referencial guiado por el hilo conductor que se expone en la Figura 1.2, que presenta los sub-temas más destacados.

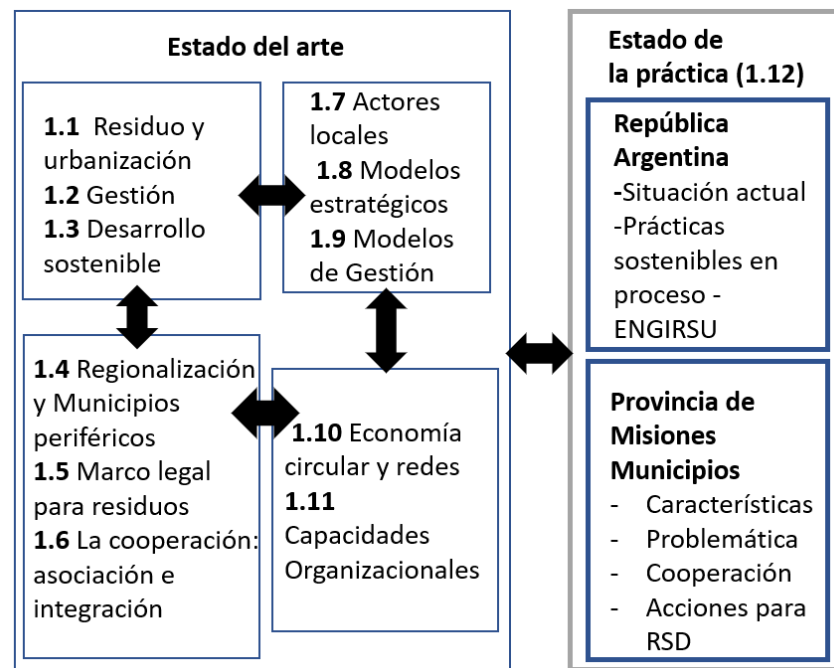


Figura 1.2: Hilo conductor de la investigación. **Fuente:** elaboración propia.

El marco teórico referencial contiene la información del estado del arte y de la práctica sobre la gestión de los RSD, en base a lo anteriormente detallado. Además, posee información oficial de la República Argentina y de otros entes gubernamentales, como así también material correspondiente a trabajos teóricos realizados en el desarrollo de la presente investigación tales como Información de la página de Argentina, Legislación Argentina, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL),

Banco Interamericano de Desarrollo (BID), Informes de Economía Circular (EC) y encuestas a gestores e informes de Misiones, Argentina a los que se ha podido acceder.

El meta-análisis propuesto por la guía PRISMA, se desarrolló mediante la lectura de los títulos y resumen de trabajos, lo cual se desarrolló en 3 etapas tal como indican Matthew et al. (2021): Estudio previo, Identificación de nuevos estudios en bases y registros y por último Identificación de estudios por otros métodos. Éste último paso ha definido la necesidad de sumar conceptos a través de la identificación de trabajos e información relevante sobre RSD, obtenidos durante el desarrollo de la tesis doctoral, lo que arrojó una importante cantidad de información que se reunió en Bibliometrix - Rstudio (ANEXO 1.2) y cuyos sub-temas son los que se exponen a continuación.

1.1 Residuo y urbanización

El aumento de los residuos es una consecuencia directa del comportamiento lineal de las personas acarreado por las actividades "comprar, usar, tirar" (Ellen MacArthur Foundation, 2012; CEPAL, 2021). La urbanización ha producido un incremento en la generación de residuos, debido al fenómeno complejo de cambios simultáneos en las dimensiones de la sustentabilidad: social, económica y ambiental (Sassen, 2015; Boccolini, 2016; Bauman, 2007; Herrera et al., 2023).

La consecuencia de la urbanización más grande de la historia, trajo consigo la emigración de la población de las áreas rurales a las urbanas y la utilización intensiva de las tierras en las ciudades y sus alrededores (Shidong y Zhao, 2017; Koushik et al., 2019; Godoy et al., 2023) además, la modificación de patrones de consumo y conductas humanas. En este sentido, se observa una tendencia mundial hacia el fortalecimiento de la conciencia ambiental de la sociedad, donde actualmente se trabaja en la búsqueda permanente de mecanismos, estrategias y tecnologías capaces de mitigar la pérdida acelerada de los recursos naturales del planeta para dar solución al detrimento de ecosistemas y la diversidad ecológica (Avendaño Acosta, 2015; Menéndez Jaramillo et al., 2025). La población urbana crece año tras año a un ritmo acelerado. Se espera que en 2050 el 85 % de la población mundial vivirá en ciudades y se prevé que la generación de residuos sólidos urbanos aumente de 2.100 millones de toneladas en 2023 a 3.800 millones de toneladas en 2050 (ONU, 2024). Este hecho hace que en las siguientes décadas los núcleos urbanos tengan que afrontar un número creciente de problemas. Wan et al. (2015) indican que, en los países desarrollados, la recuperación de desechos se ha convertido en una de las estrategias más importantes para reducir los problemas ambientales.

A partir de la revisión bibliográfica se presenta una clasificación simplificada de los residuos (Figura 1.3.) y en ANEXO 1.3. mayor detalle de los mismos.

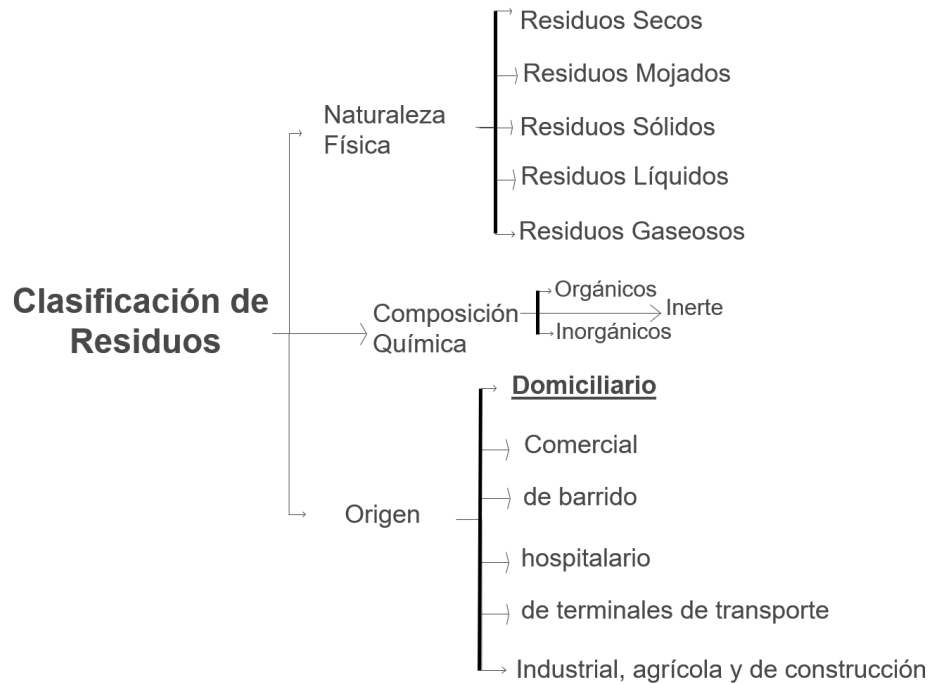


Figura 1.3: Clasificación simplificada de residuos. **Fuente:** elaboración propia a partir de Zaccaro (2024).

En esta investigación se considera para el análisis a los Residuos Sólidos Domiciliarios (RSD), aquellos cuyo origen corresponde a domicilios particulares de las personas de un municipio, los cuales, en su mayoría son recolectados por el vehículo recolector municipal para ser depositados en rellenos sanitarios.

En base a los fenómenos de urbanización y globalización y con el objetivo de crear ciudades económica, social y medioambientalmente sostenibles se han ideado algunas iniciativas, una de ellas las denominadas "Smart Cities" o ciudades inteligentes que han sido modeladas para mejorar la vida de la población mediante la aplicación de las estrategias y tecnologías (Clarín, 2023) que incluyen:

- Desarrollo sostenible,
- Incremento de la calidad de vida de los ciudadanos,
- Mayor eficacia de los recursos disponibles y
- Participación ciudadana activa.

Sin embargo, los conceptos antes señalados constituyen una expresión de deseo, ya que, en general los municipios de la provincia de Misiones, no cuentan con recursos y capacidades necesarias para concretarlas. Particularmente en Argentina, la población en las ciudades crece alrededor del 1 % anual, dado que en el censo de 1914 la población urbana alcanzaba al 52,7 % del total y superaba a la población rural, mientras que en el año 2001 la población urbana ascendió al 89,5 % y para el año 2025, según proyecciones del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC) y la Comisión Económica para América Latina (CEPAL), se estima que ya llegó al 94 %. En este sentido, los Estados locales adquieren un rol fundamental en los procesos de este tipo de desarrollo urbano, donde se requiere de liderazgo, cooperación, regulación y control para enfrentar las problemáticas municipales (Peresini, 2023) que acarrea el incremento poblacional en un territorio.

La realidad indica, que en un contexto en el cual los impulsos del desarrollo urbano vienen principalmente desde los actores (comunidad e instituciones que se ven involucradas en la problemática), es necesario disponibilizar de modelos de gestión que posicionen a los municipios como promotores del desarrollo local (Hughes y Peterson, 2018). Asimismo, la correcta articulación con los sectores público-privado permiten establecer e integrar objetivos públicos para un desarrollo dinámico y creciente, que contrarreste la tradicional pasividad normativa y la preeminencia de intereses sectoriales (Castro et al., 2024). A su vez, el urbanismo inteligente es un concepto que busca que los Estados locales y nacionales regulen los planes de uso del suelo para planificar y controlar de manera eficiente el crecimiento urbano e inmobiliario (Rodríguez Bolívar, 2018), lo que acarrea la necesidad de incorporar activamente las prácticas circulares para fabricar, consumir, recuperar y devolver al residuo como nuevo recurso o materia prima para otro proceso, evitando la compra y fabricación de productos con obsolescencia programada (todo aquel producto cumple un ciclo de uso, luego se vuelve obsoleto y es basura, por ejemplo, los focos para iluminar espacios), los que lamentablemente se producen en serie y generan cada vez más residuos en todo el mundo (Ambiente y Medio, 2021).

1.2 Gestión

En el contexto de esta tesis, la gestión⁷ refiere a un conjunto de estrategias que permiten a una organización dirigir sus actividades a través de la planificación, organización, dirección y control de los recursos disponibles y que llevan a mejorarla desde diferentes dimensiones (Domínguez Machuca, 1998; Chiavenato 2001; Gutiérrez et al., 2007; Garzón Rodríguez, 2011; Navarro Arvizu, 2014; López Giraldo y Franco Giraldo, 2015; Carrión et al., 2016; Colcha Hernández, 2018; Páliz Aguello, 2018). El objetivo de gestionar es alcanzar el éxito en la organización según Fong Reynoso, et al. (2017) y se concreta a partir de la integración de diversos enfoques, tales como los recursos (Wernerfelt, 1984), las capacidades dinámicas (Teece, Pisano y Shuen, 1997), el conocimiento (Grant, 1996) y la mejora continua.

En el proceso de gestión se debe tener en cuenta la planificación en sus diferentes niveles: estratégico, táctico y operativo que puede ser formulado para diversas áreas de la organización o subsistemas, con horizontes de planeación a corto, mediano o largo plazo (Porter, 1981; Drucker, 1986; Mintzberg, 1994; Kaplan y Nort, 2008; Huergo, 2003; Ventura, 2008; Kiple y Lewis, 2009; Rodríguez Mansillo, 2011; Senge, 2011; Mantulak, 2014; Jiménez Jiménez, 2016) impulsados por objetivos, acciones e indicadores de gestión adecuados.

La situación de la gestión inadecuada de los residuos ha provocado impactos negativos en poblaciones a lo largo de su historia (ANEXO 1.4) En la Figura 1.4 se detallan los acontecimientos que marcaron un proceso disruptivo para la gestión de los residuos a nivel mundial en los últimos siglos (Arciénaga Morales, 2025), donde la Revolución Francesa (1789) produjo el crecimiento urbano y los cambios sociales que impulsaron la organización de los primeros sistemas sanitarios. Con la Era Industrial

⁷ El término gestión proviene del latín *gestio*, *gestionis*, derivado del verbo *gerere*, que significa llevar a cabo, conducir o ejecutar (Real Academia Española, 2025).

(1870) se incrementó la producción y los residuos, generando los primeros servicios de recolección. En 1940 surgieron medidas iniciales de gestión, aunque con un enfoque lineal. Luego, la Conferencia de Estocolmo (1972) y el Informe Brundtland (1987) introdujeron la preocupación ambiental y el concepto de desarrollo sostenible. Finalmente, los Objetivos de Desarrollo Sostenible (2015) consolidaron el enfoque de economía circular, que en 2025 orienta la gestión hacia la sostenibilidad local y la reducción del impacto ambiental.

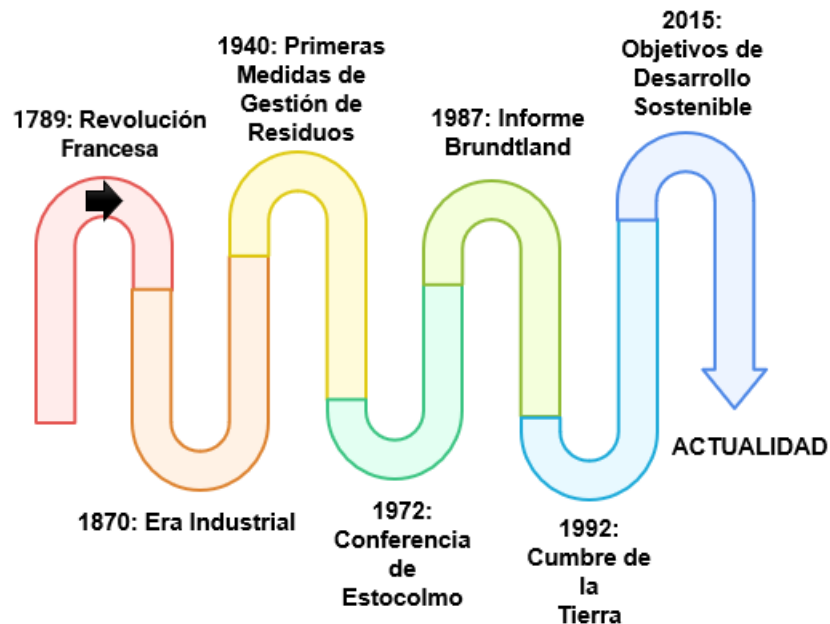


Figura 1.4: Hitos de la GRSU a nivel global. **Fuente:** Adaptado de Arciénaga Morales (2025).

La Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos denominada GRSU, es un término que nace en los años '70 (Conferencia de Estocolmo) y se nutre en los '90. Se trata de un programa integral de prevención, reciclaje, procesamiento y eliminación de los desechos (Koushik et al., 2019) que incluye a estrategias y posibilidades para modelos de negocios. Por lo tanto, los RSD se encuentran dentro de las planificaciones que refieren a GRSU.

Algunos instrumentos económicos utilizados en GRSU están basados en “pagar por la cantidad de residuo generado” es decir, abonar impuestos o una tasa para eliminación de ciertos residuos (volumen o peso), como es el caso de Suiza, Bélgica, Países Bajos para algunos residuos voluminosos de domicilios tales como los mobiliarios (Sanchez, 2002; Segura, 2002 y Robèrt, 2002). Esta imposición de tasas municipales, a veces es vista como uno de los principios fundamentales para la correcta gestión de residuos en los municipios, que exigen un estricto control.

La GRSU es aquella que se lleva a cabo mediante la aplicación de técnicas adecuadas, tecnologías y sistemas de gestión que contempla todo tipo de residuos de todas las fuentes para lograr conjuntamente la reducción y gestión eficaz de aquellos que aún se producen después de la reducción de los mismos (Figura 1.5), es decir, desde la generación y hasta la disposición final que dependerá de cada espacio territorial.

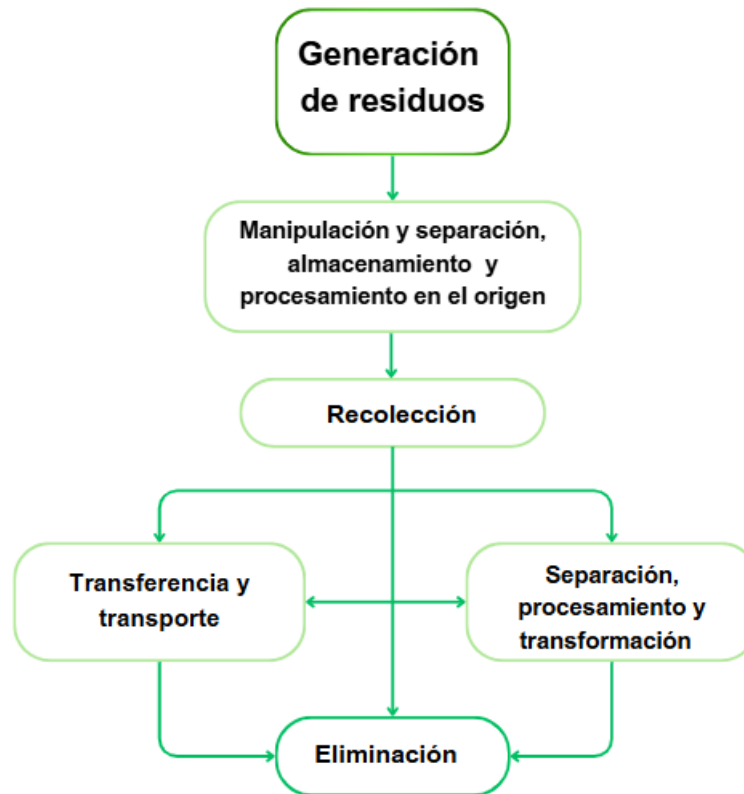


Figura 1.5: Descripción simplificada de GRSU. **Fuente:** Adaptada de Tchobanoglous (2002).

1.3 Desarrollo Sostenible

El desarrollo sostenible (por su traducción del inglés *sustainability*) es una extensión del concepto de ecodesarrollo, propuesto en la conferencia de Estocolmo en 1972, surgido por la percepción de que la naturaleza posee límites y con ello se hace necesario el uso consciente de los recursos. Algunos efectos adversos, consecuencia del manejo inadecuado de los residuos son el efecto del cambio climático y la contaminación, la integridad de la biósfera, el cambio en el uso del suelo y uso del agua dulce según Layragues (1997), Fonseca Figueroa (2014) y Godoy et al., (2023).

El concepto también puede ser definido como “el desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las suyas propias” con el objetivo de mejorar los problemas ambientales, según la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo en 1987 (Informe de Brundtland). Por lo tanto, el concepto abarca las dimensiones: social, económica, ecológica, política, cultural y a partir de esta definición, ha dado lugar a diversas propuestas tal como el Acuerdo de París (UN, 2015a) que establece medidas para la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y la concepción de la Agenda 2030 con sus 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) que promueven acciones hacia el 2030 (UN, 2015b), a través metas que buscan guiar a la sociedad para proteger nuestro planeta denominado "la casa común".

Desde hace unos años, un nuevo paradigma de producción y consumo - la Economía Circular (EC) - se constituye como modelo para alcanzar el desarrollo sostenible en materia de gestión de los residuos

(Pauliuk, 2018; Zarta Ávila, 2018). Según Díaz Arellano, (2019). Sin embargo, no existe una "receta" con estrategias uniformes para alcanzar el desarrollo sostenible, sino que las propuestas deben ser adaptativas, guiadas por los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), sus métricas y con plazos asociados cada vez más cortos (Arroyave et al., 2024).

A lo largo del tiempo, el concepto "desarrollo" sufrió cambios significativos y actualmente se concibe como el resultado de la labor coordinada de la sociedad, manifestándose como un proceso en constante evolución (Madoery, 2008). Ello implica que el Estado, se repositone como un agente dinamizador tanto de la sociedad como de la economía local, fomentando niveles de colaboración entre agentes (municipios).

Durante los años '70, se introdujo el concepto de desarrollo local, donde el término "local" hace referencia al espacio en el cual se busca facilitar las formas de participación, no solo desde una perspectiva territorial, sino como un proceso de construcción endógena, donde cada comunidad genera propuestas ascendentes (bottom-up). La noción de desarrollo local considera la capacidad de funcionamiento colectivo, abarcando municipios, provincias o regiones, y la participación en función de las oportunidades, características, factores y recursos propios, así como de los actores locales (Páiz Aguello, 2018; Botha, 2019; Segura y Ortega, 2019; Tao, 2019, Guaricela Guzmán, 2023; Kotegawa, 2023). Entonces, el principio de desarrollo sostenible y local está ligado directamente al consumo, lo que significa que las necesidades de bienes y servicios de las generaciones presentes y futuras se satisfacen de manera equilibrada desde el punto de vista económico, social y ambiental (Back, 2018; Dahl, 2018; Matsuto, 2017; Zambrano et al., 2017).

Según la agenda propuesta por la Conferencia de las Partes (COP) 21 de las Naciones Unidas y con base en los Objetivos de Desarrollo Sostenible formulados a nivel mundial, la GIRSU resulta de especial interés, ya que presenta impacto Directo (D) e Indirecto (I) con cada uno de los 17 ODS, tal como se presenta en la Tabla 1.2.

Tabla 1.2: Impacto de la GIRSU municipal en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)

Número de ODS	Objetivos	Impacto de GIRSU
ODS1	Fin de la pobreza	Indirecto
ODS 2	Hambre cero	Indirecto
ODS 3	Salud y bienestar	Indirecto
ODS 4	Educación de calidad	Indirecto
ODS 5	Igualdad de genero	Indirecto
ODS 6	Agua limpia y saneamiento	Indirecto
ODS 7	Energía asequible y no contaminante	Indirecto
ODS 8	Trabajo decente y crecimiento económico	Indirecto
ODS 9	Industria, Innovación e infraestructura	Indirecto
ODS 10	Reducción de las desigualdades	Indirecto
ODS 11	Ciudades y comunidades sostenibles	Directo
ODS 12	Consumo y producción responsable	Directo
ODS 13	Acción por el clima	Directo
ODS 14	Vida submarina	Indirecto
ODS 15	Vida de ecosistemas terrestres	Indirecto
ODS 16	Paz, justicia e instituciones sólidas	Indirecto
ODS 17	Alianzas para lograr los objetivos	Indirecto

Fuente: adaptado de <https://www.argentina.gob.ar/> (2024) y CEPAL, (2021).

Los ODS evidencian que el sistema actual de producción y consumo lineal tiene deficiencias desde una perspectiva medioambiental, social y económica que amenazan su sostenibilidad en el largo plazo. En referencia a los ODS antes expuestos y la gestión de RSD a nivel municipal, los objetivos relacionados directamente son:

ODS 11 - Ciudades y Comunidades Sostenibles - el proceso de urbanización trae consigo el aumento de residuos, debido al número creciente de habitantes en barrios no contemplados en el planeamiento urbano, infraestructura y servicios inadecuados e ineficientes ecológicamente (no ecoeficientes).

ODS 12 - Producción y el consumo sostenibles - con un enfoque en acciones globales y locales, para el uso eficiente de los recursos naturales y la reducción de emisiones contaminantes, que trae consigo la necesidad de “desvincular el crecimiento económico de la degradación medioambiental” así como “aumentar la eficiencia de recursos y promover estilos de vida sostenibles” donde las prácticas que promuevan la prevención, separación en origen, valorización y reciclaje son claves para reducir la cantidad de residuos a depositar en los rellenos sanitarios.

ODS 13 - Accionar sobre el clima - puede mejorar mediante acciones como la prevención, reducción, reciclaje y reutilización de residuos, tanto en el consumo como en la producción, es decir, repensar el ciclo de vida del producto, rediseñar las redes y cadenas de suministro, separar y eliminar los residuos adecuadamente en cada etapa de producción, consumo y post consumo.

En relación a RSD y asociado a la gestión de los residuos a largo, corto y mediano plazo, se encuentra el concepto de la Huella de Carbono (HC), definida como "la cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero que se emitieron a la atmósfera por medio de alguna actividad humana, relacionada con un producto o un servicio, o por la acción diaria de un habitante" (Espíndola & Valderrama, 2012).

La HC es un indicador medido en kilogramos de dióxido de carbono equivalente (kg CO₂ eq), según actividades que consumen recursos y emiten desechos. Por ello, cuando la gestión de residuos, en cualquier proceso, incurre en la adquisición de nuevas tecnologías y materiales, resulta clave elegir correctamente lo que se va a utilizar en las instalaciones, dado que cada material conlleva un ciclo de vida – porque requirió energía y recursos para producirlo- y por ello, tiene una HC asociada (Vidal Terceros y Frolik, 2020). Asimismo, se define al ciclo de vida de un producto como "el conjunto de etapas por las que pasa, desde la extracción de las materias primas, su procesamiento, fabricación y distribución, hasta su uso, reutilización, reciclaje y disposición final del producto" (ISO 14.040:2006). En cada una de estas fases los materiales generan impacto al medio, ya sea mediante el uso de agua, energía y por las emisiones de gases de efecto invernadero, que en conjunto conforman la HC asociada al material o producto.

1.4 Regionalización y municipios periféricos

Iniciando el siglo XXI, devenida la crisis del modelo neoliberal (1989-1999), el Estado nacional argentino y otros países de la región, dieron un giro fundamental para volver a reconstituir su rol. Según Lemoine (2014), en ese momento comenzó a tomar fuerza la idea del ordenamiento territorial como

instrumento para lograr el desarrollo sostenible mediante: política pública, planificación, gestión y coordinación institucional, la participación social y la concertación de actores.

Según Lemoine y Sarabia, (2001) “la configuración territorial de la República Argentina es el resultado de sucesivos modelos socioeconómicos (mercantilista, agroexportador, industrial) que reforzaron el crecimiento desigual y que generaron regiones desfavorecidas”, las denominadas para la presente tesis: micro-regiones⁸, es decir, “regiones caracterizadas por uno o más municipios donde la dispersión poblacional, déficit de servicios y la crisis son recurrentes”, consecuencia de ausencia de planeamiento estratégico y desarrollo local.

Las ciudades como entes vivos y dinámicos se van transformando, creciendo o cambiando sus usos y funciones. En este contexto, Iturburu, (2001) ha introducido el concepto de infra municipalismo como “una gran cantidad de Estados locales pequeños y medianos sin capacidad de gestión, ante las demandas y funciones crecientes que debe afrontar y sin escala de producción y mercado suficientes para el desarrollo económico y productivo”.

A lo largo de los años las personas han coexistido con territorios urbanos caóticos, desintegrados y ambientalmente degradados, acciones derivadas de una falta de planificación integrada. En este sentido, estudios sobre la intermunicipalidad - conceptualizada como la articulación de gobiernos locales interconectados para ejecutar acciones colectivamente - muestran que la cooperación entre municipios permite articular políticas más coherentes y evitar la fragmentación de servicios públicos y ambientales (Cravacuore, 2017). Sin embargo, es importante plantear modelos que prevalezcan, a pesar de cambios políticos que puedan producirse al pasar los años.

El cambio de paradigma para las generaciones venideras argentinas, presenta el desafío de revertir ideas, retomando el significado del derecho público y derecho urbanístico para proyectar ciudades y territorios inclusivos, equilibrados y sustentables, según lo manifestado por el ex Ministerio del interior argentino (Lemoine, 2014).

La planificación del ordenamiento territorial se concibe como una política de Estado, “un proceso de índole política, técnica y administrativa que implica al conjunto articulado de políticas, objetivos, estrategias de actuación, programas, proyectos y normas que deben adoptar los Estados locales para administrar el desarrollo del territorio y el manejo del uso del suelo, con la finalidad de contribuir al desarrollo del ser humano en un ambiente sostenible y socialmente justo: a lo que se denomina justicia territorial” (Ministerio del Interior, 2016).

⁸ La microrregión o micro-región, en territorio es una región geográfica de tamaño intermedio entre el de una comunidad⁸ y la de un distrito⁸ (Klaus et al. 2009), conformada por o más municipios y actores locales (empresas, instituciones, etc.).

1.5 Marco legal para los residuos en Argentina

A nivel nacional en Argentina, el responsable institucional en relación con problemas ambientales es la Vicefatura de Gabinete, quien delega al Ministerio del interior y éste, a su vez a la Subsecretaría de ambiente de la Nación (argentina.gob.ar/vicejefaturas-de-gabinete, 2025).

A partir de los hitos mencionados en la Figura 1.4 y la Constitución Nacional (CN) - que es su reforma constitucional de 1994 incorporó el derecho a un ambiente sano (art. 41) - se estructuró una pirámide orientativa, referida al marco legal para los residuos en el territorio argentino (Figura 1.6). En la cumbre se encuentran convenios internacionales en materia de residuos, cuyos compromisos internacionales sobre sustancias químicas y residuos peligrosos son asumidos, mediante leyes de presupuestos mínimos de protección ambiental, asegurando un estándar uniforme en todo el territorio nacional.

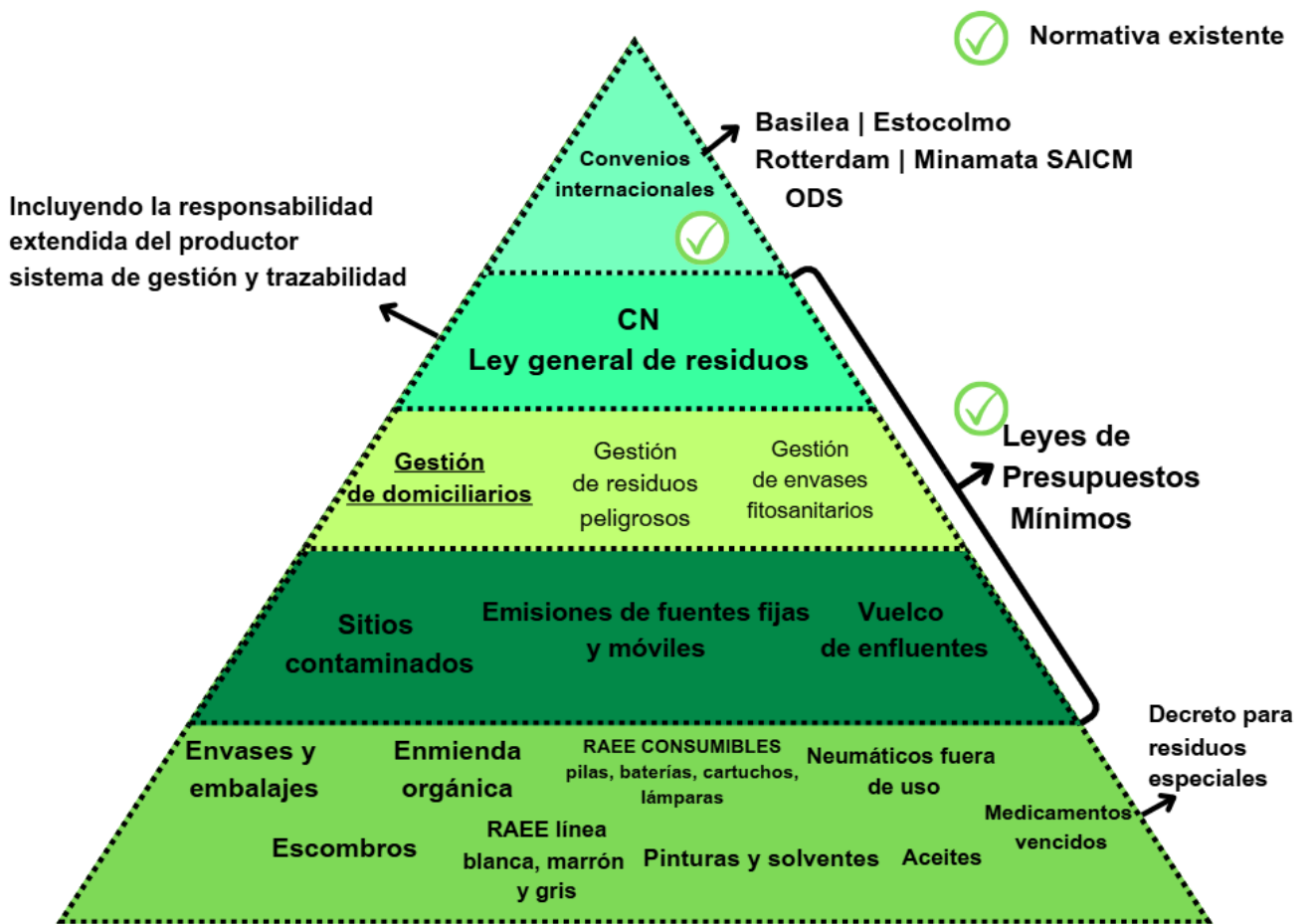


Figura 1.6: Representación del marco normativo para los RSD. Fuente: elaboración propia.

La Ley General del Ambiente N° 25.675/02 de “presupuestos mínimos” - establece criterios básicos obligatorios para todo el país, dejando a las provincias y municipios la facultad de aplicar normas más estrictas o complementarias - formuladas bajo un sistema federal de coordinación interjurisdiccional para la implementación de políticas ambientales de escala nacional y regional (Artículo 1º), instrumentado a través del Consejo Federal de Medio Ambiente (COFEMA), cuyo objeto es la articulación de políticas para el logro del Desarrollo Sustentable, entre el Estado nacional, los Estados provinciales y el de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

En el año 2004 se promulgó la “Ley Nacional de Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental para la Gestión Integral de Residuos Domiciliarios”, N° 25.916/04 y con ella, el modelo GIRSU ha sido formalmente adoptado en el país, mediante la Estrategia Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (ENGIRSU, 2005).

Respecto a los residuos peligrosos, la Ley N° 24.051/92 establece un marco normativo nacional que regula su generación, transporte, tratamiento y disposición final, considerando aquellos residuos que, por sus características físicas, químicas o biológicas, representan un riesgo para la salud humana o el ambiente. Asigna responsabilidades tanto a generadores como a operadores de residuos peligrosos y contempla la implementación de planes de emergencia y medidas preventivas. En paralelo, la Ley N° 27.279/16 regula específicamente la gestión de envases vacíos de agroquímicos, promoviendo la responsabilidad extendida de los productores, el triple lavado de envases y su disposición final segura mediante Centros de Acopio Transitorio (CAT), evitando la contaminación ambiental y riesgos sanitarios.

En relación con los Residuos Sólidos Domiciliarios (RSD), la Ley Nacional N° 25.916/2004, que establece los presupuestos mínimos para la gestión integral de residuos domiciliarios, ha sido reglamentada en el año 2022 mediante el Decreto N° 779/2022. Este decreto incorpora la clasificación por colores según el tipo de residuo y promueve la implementación de prácticas de economía circular, orientadas a la reducción en la generación, recuperación y valorización de los materiales antes de su disposición final (Figura 1.7).



Figura 1.7: Esquema de la GIRSU según la Ley N° 25.916/2004 “Gestión de residuos domiciliarios” y sus decretos reglamentarios. **Fuente:** adaptado de Tchobanoglous (2002) y ENGIRSU (2006).

En el año 2021, se estimó que en Argentina aún estaban activos alrededor de 5000 basurales a cielo abierto (Ambiente y Medio, 2021). Ello se debe a que, a nivel municipal, se hace difícil incorporar estrategias para la GIRSU, tales como la responsabilidad extendida del productor-importador, la recolección diferenciada para el reciclaje, la recuperación y reutilización de materiales y la valorización energética (Llamas y Alejandrino, 2023). Por lo tanto, en la mayoría de los municipios argentinos aún

persisten sitios donde se arrojan o incineran los residuos a cielo abierto ó directamente en caminos, rutas y calles.

A partir de lo antes expuesto, se observa la existencia de sistemas para gestionar los RSD para grandes ciudades, pero escasas acciones en los municipios pequeños de las provincias, tal como es el caso de Misiones, donde, a pesar de las leyes vigentes, el grado de aplicación a nivel municipal es parcial. Asimismo, se reportan ordenanzas municipales y leyes provinciales, en línea con la legislación nacional, que buscan contribuir con la gestión de los residuos domiciliarios. En el ANEXO 1.5 se presenta la legislación de un municipio de la provincia de Misiones como ejemplo de lo antes mencionado.

La gestión de residuos basada en la jerarquía de la EC, bajo el Plan de acción de la Unión Europea (UE, 2020) hace énfasis en la prevención, la reducción y el reúso como alternativas más deseables e incorpora las opciones de reparación, remodelación, prefabricación y reutilización, como etapas previas al reciclado y al compostaje, hasta llegar a la recuperación material y energética, como instancias previas al tratamiento y la eliminación, tal como se muestra en la Figura 1.8.

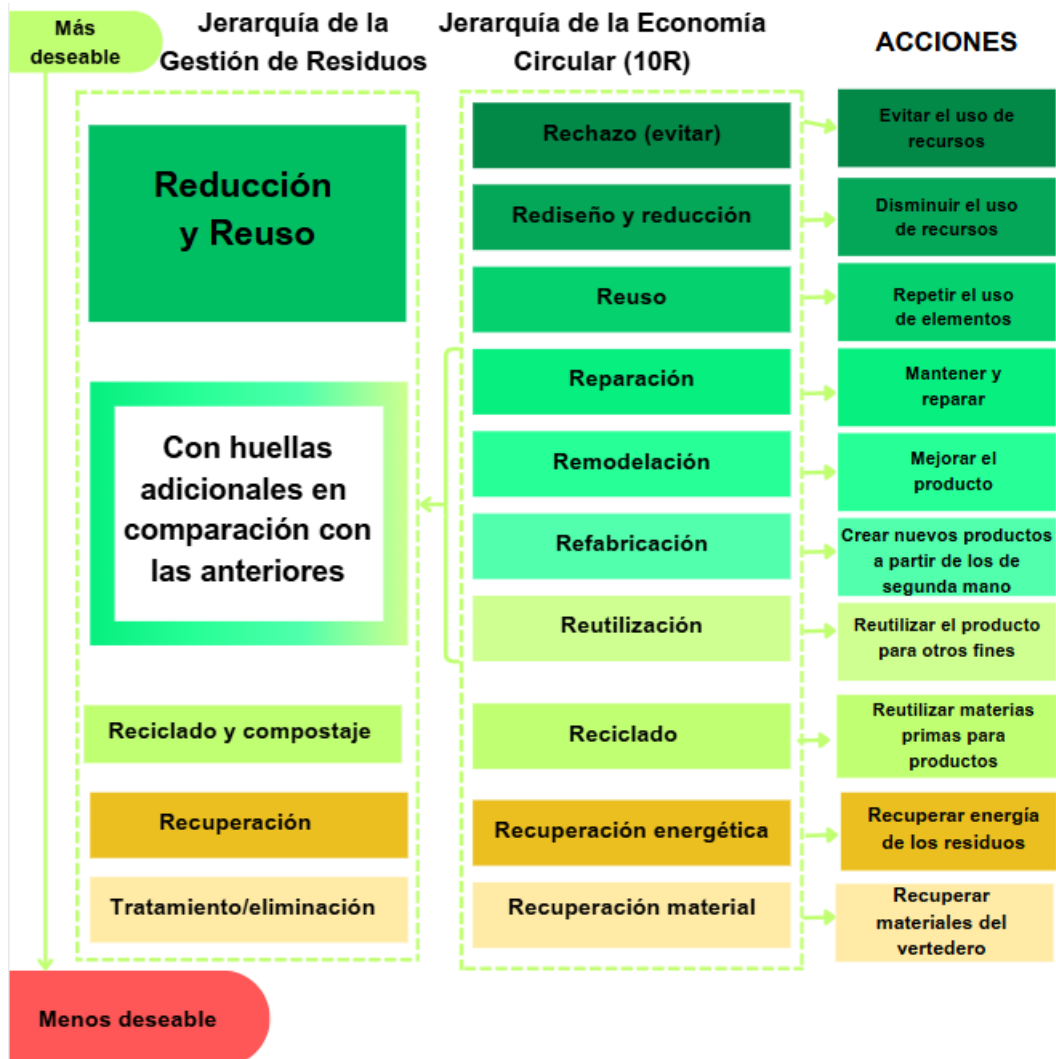


Figura 1.8: Esquema de gestión de residuos y jerarquía de la EC. Fuente: adaptado del Plan de acción de la EC en la Unión Europea – ISWA (2020) y Voudrias, (2025).

Según la definición del “principio de Responsabilidad Extendida del Productor” (REP) la Organización No Gubernamental (ONG) Greenpeace esboza en su página web al “enfoque de prevención de la contaminación”, “pensamiento sobre el ciclo de vida” y “el que contamina paga”. Estos lemas, refieren a una política ambiental donde las responsabilidades extendidas de un productor no se limitan a la fase final (residuo), sino también a otros estadios del ciclo de vida del producto. Derivado de la Figura 1.8, existen dos grupos de objetivos en un programa REP:

- (1) La mejora en el diseño de los productos y sus sistemas (más deseable),
- (2) La re-utilización de productos y materiales de calidad a través de la recolección, tratamiento y reutilización o reciclaje de manera ecológica y socialmente conveniente.

En Argentina existió un proyecto de ley propuesto en 2016 (Expediente 6910-D-2016) relacionado al packaging y REP, denominado "Ley de presupuestos mínimos de protección ambiental para la gestión integral de envases y sus residuos a través de trabajadores recicladores" con lineamientos de asociativismo cooperativo, cuya propuesta estaba vinculada a un "Servicio Público de Gestión Social para la Recolección Diferenciada, socialmente inclusivo y ambientalmente eficiente", pero, dicha ley aún no ha sido promulgada al año 2025.

Según lo expuesto, se evidencia la necesidad de contar con las herramientas necesarias para promover la gestión adecuada de todos los RSD generados en los domicilios particulares, desde los municipios. Sumado a ello, se observa la ausencia de regulaciones regionales para priorizar el uso de productos bio ó ecológicos, así como ordenanzas municipales con "multas" para residuos, tales como “el que contamina - paga”. Si bien, a nivel industrial a veces se multa por impacto ambiental, lamentablemente ese dinero se traslada a los precios del producto o servicio. Por lo tanto, es necesario que los actores involucrados busquen consenso en iniciativas del tipo "ganar-ganar" (Arciénaga Morales, 2025).

1.6 La cooperación: asociación e integración

La cooperación se puede conceptualizar, como el ámbito común donde se desarrolla un proceso de equilibrio dinámico entre los actores locales presentes - física o virtualmente - en busca de una relación equilibrada, donde se producen acciones y reacciones que involucran y a la vez que impactan, al conjunto de participantes del grupo (Torres et al., 2025).

Según Atshuler (2003) y Cravacuore (2006) las asociaciones de municipios en micro-regiones pueden concretarse a partir de la demanda de los Estados locales para resolver problemas comunes. En ocasiones, en Argentina han surgido convenios por la necesidad de “aprovechar una ventaja específica, concreta, coyuntural y de mercado" mediante créditos u otros beneficios impulsados por el Estado ó mediante la Academia a través de proyectos de extensión universitaria. Los contratos asociativos tutelados por el Código Civil y Comercial de la República Argentina (CCyC), suelen ser utilizados para convenir cooperaciones entre actores locales (CCyC, 2015).

Los actores locales tienen un rol fundamental en el desarrollo local; sin embargo, ningún actor es capaz de alcanzar el desarrollo regional por sí solo, dado que forma parte de un sistema integrado por organizaciones, personas, instituciones, gobiernos y otros agentes que necesitan del trabajo colaborativo y que dependen de factores dinámicos del entorno (Castells, 2004, Manzanal, 2004 y Gatto, 2023).

Existen diversas formas de promover la coordinación entre los diferentes actores, las cuales varían de acuerdo a la complejidad (Moreira, 2012) y las circunstancias de cada región, así como los roles y objetivos de los actores involucrados. Flores Loriga (2017) afirma que este proceso se desarrolla mediante la asociación, la cooperación y la integración; cada una de estas formas de interacción difiere en cuanto a los objetivos que se buscan, los actores que intervienen y la función que cumplen.

Las formas de acercar los actores en las localidades no siempre se realizan de la misma manera ni con la misma complejidad, sino que por medio de mecanismos de interacción para gestionar (Figura 1.9).

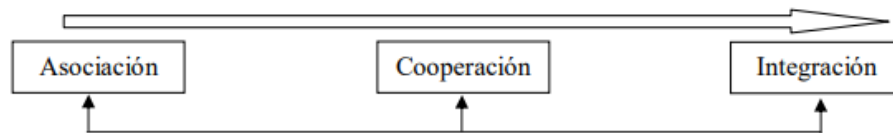


Figura 1.9: Principales mecanismos de interacción entre actores locales. **Fuente:** adaptado de Flores Loriga, (2017).

Un plan de gestión de RSD para una micro-región debería ser consensuado, promovido e integrado, mediante los mecanismos de la Figura 1.9. A continuación, se detalla cada proceso:

La **asociación**: se presenta como una de las primeras modalidades de colaboración, con carácter relativamente fácil de implementar, que consiste en el primer paso hacia la interacción entre actores locales, considerando las capacidades locales y los niveles de dificultad organizacionales, que suelen ser menos complicados que los del proceso de cooperación (Díaz Matalobos et al., 2005; Albuquerque Llorens, 2006; Magnazo y Orchansky, 2007).

La **cooperación**: requiere del acceso a recursos compartidos y equilibrados. Es un concepto que adquirió importancia a nivel mundial, fomentando la conexión entre sistemas productivos, científicos y tecnológicos. Fortalece el desarrollo local y potencia las habilidades de cada actor involucrado, logrando un resultado que supera la simple suma de las partes individuales (Ramos et al., 2016; Pico, 2017; Aparicio Peña et al., 2018; Fernández, 2018; Segura, 2019).

La "cooperación puede conceptualizarse como un sistema de interacción entre distintos actores u organizaciones", donde el propósito es alcanzar planes consensuados a través de un proceso convenido (Yasinski, 2022). A su vez, cooperar puede ser definido como un "acuerdo entre dos o actores más independientes" que, unidos comparten recursos y/o capacidades con el fin de aumentar sus ventajas competitivas de cada uno (Flores Loriga, 2017; López et al., 2017; Velázquez Castro et al., 2018; Trinidad et al., 2020).

La **integración**: proceso que presenta características más complejas que la asociación y cooperación, ya que requiere de la alineación de los anteriores. Según Flores Loriga (2017) “la integración entre actores locales en todas sus manifestaciones genera encadenamientos positivos al interior de la economía, permiten reducir considerablemente los problemas de comunicación entre los actores locales, resolver los conflictos, acentuar la confianza y el compromiso; facilitando las funciones de las administraciones locales, la calidad en las políticas públicas y de los servicios a la población”.

Diversos modelos teóricos buscaron explicar las relaciones entre diversos agentes en un contexto local. Según la Figura 1.10. diversos modelos han surgido través del tiempo y han evolucionado desde modos limitados (hélices definidas) a modelos abiertos y dinámicos que incluyen otros actores dependiendo de la madurez de la red de colaboración (N Hélices).

Originalmente, el modelo propuesto por Etzkowitz y Leydesdorff en la llamada “triple hélice”, planteó una relación virtuosa, capaz de generar e impulsar la innovación mediante la vinculación de tres actores: Academia, Empresa y Estado. Asimismo, el modelo se ha estudiado y perfeccionando (Arnkil et al., 2010; Afonso et al., 2012), hacia la cuádruple hélice que incorpora a las Organizaciones Locales. A su vez, los autores derivan en nuevas propuestas como la quintuple y N-tuples hélices hacia esquemas más complejos (de modelo limitado hacia otro abierto según la Figura 1.10), tales como la innovación abierta y ecosistemas de innovación relacionados con los problemas y capacidades emergentes en surgimiento (Parveen et al., 2015; Arenal et al., 2020).



Figura 1.10: Antecedentes del modelo de la Cuádruple Hélice. **Fuente:** adaptado de Tapia et al. (2020)

No obstante, y para los propósitos de esta investigación, se consideran los desafíos actuales complejos, así como la importancia de adoptar enfoques novedosos (Park y Stek, 2022), donde resulta pertinente destacar que el modelo de la Cuádruple Hélice de innovación se presenta como el más

idóneo, porque reconoce que las Organizaciones Locales desempeñan un papel esencial en la promoción de un desarrollo local más participativo, salvaguardando los intereses de la comunidad. El modelo de transición hacia la cuádruple, quíntuple y “n” hélices (Castillo Vergara, 2020) sirve para revelar y promover formas y medios para construir un crecimiento alineando con el progreso de la cooperación (Park, 2014), donde el desarrollo innovador y sostenible de los países dependerá no sólo de la presencia del Estado, sector académico e industrias, sino también de su capacidad de articular para alcanzar objetivos que consideren la sociedad y el medio ambiente (Etzkowitz, 2003; Carayannis y Campbell, 2009; Campbell, 2012; da Costa et al., 2018; Galvão et al., 2019).

1.7 Actores Locales

Los actores locales son “los agentes sociales, económicos e institucionales que, desde su vinculación con el territorio, impulsan el proceso de desarrollo endógeno mediante la cooperación y la articulación de intereses públicos y privados” (Alburquerque Llorens, 2014).

En base a los antecedentes de la “Cuádruple Hélice” (Kim et al., 2011 ; Carayannis, 2012 ; Leydesdorff, 2013; Plewa et al., 2013; Bozeman et al., 2015) en los actores locales clave se incluye: al Estado integrado por municipalidades, secretarías, subsecretarías, ministerios y otros agentes gubernamentales; la Academia representada por escuelas, universidades, institutos, parques científicos y entes de educación públicos y privados; las Empresas quienes fabrican y satisfacen el mercado de productos y servicios y las Organizaciones Locales que son grupos comunitarios o agrupaciones que impulsan al desarrollo sostenible tales como asociaciones civiles y eclesiásticas, gremios, comisiones barriales, cooperativas, recuperadores urbanos informales y otros (Lui, S. S. y Lu, 2002; Michalus, 2011).

1.8 Modelos Estratégicos

En el contexto de esta tesis, se evidencia la necesidad de adecuar las estrategias para una micro-región, que exige la "Gestión estratégica", definida como un proceso dinámico para la toma de decisiones y de interacciones entre los recursos, capacidades organizativas y del entorno en el que opera un grupo de trabajo que busca soluciones para los RSD de municipios y actores locales que conforman una micro-región (Prieto, 2011; Brume González, 2017; Nochileriega, 2018; Ayón Ponce, 2020).

La "co-petencia" definida por Brandenburger y Nalebuff (1996), también llamada "coopetencia" es un modelo estratégico en el que las empresas que compiten también cooperan para generar beneficios mutuos. En este sentido, la co-creación forma parte de la co-petencia, ya que es el proceso participativo donde distintos actores (Estado, empresas, instituciones de la academia, organizaciones locales) diseñan juntos soluciones, políticas o productos, mediante la innovación abierta y la gestión del conocimiento (Prahalad y Ramaswamy, 2004). Es así como la filosofía "Sogo Shosha" en Japón

(Young, 2019) busca "unir" esfuerzos para un mismo objetivo, por ejemplo: entre diferentes empresas llenan un contenedor para transportar sus ventas de un lado a otro y comparten los gastos logísticos. La metodología desarrollada por Grove en (1970) denominada "*Objective Key Result*" OKR (traducido del inglés Objetivos y Resultados Clave) forman parte de la metodología ágil y son planteados desde el punto de vista estratégico para una organización, contemplando acciones a corto, medio y largo plazo aplicada en diferentes organizaciones (Valderrama, 2019).

Generalmente, los proyectos estratégicos inician con el análisis de la situación actual, donde el diagnóstico, mostrará las limitaciones y el desconocimiento que existe en relación a la problemática y las estrategias a evaluar (Valladares-Rosado, 2016). A su vez, la supervivencia de los proyectos organizacionales, está estrechamente vinculada a su capacidad para implementar acciones que les permitan aprovechar las oportunidades del entorno globalizado y en constante cambio, lo que requiere adaptaciones rápidas (Noriega, 2018). En este sentido, la gestión estratégica proporciona una herramienta para el análisis y la planificación, que se ajusta a las necesidades de los miembros de la organización, ya que permite desarrollar y evaluar alternativas en escenarios sistémicos complejos (Prieto, 2011).

También se puede entender a la gestión estratégica como un proceso que implica la combinación integrada de recursos y capacidades por parte de los líderes de la organización, con el fin de alcanzar los objetivos establecidos (Villajuana 2003; Betancourt, 2006; Suárez et al., 2017). Según Bas Amorós, & Guilló López (2011) y Noriega et al. (2018) para lograr el éxito en la gestión estratégica, es fundamental contar con elementos como la innovación, la anticipación y la prospectiva, que desempeñan un papel esencial en el logro de los objetivos y en la capacidad de la organización para enfrentar los desafíos del entorno⁹.

1.9 Modelos de Gestión

Desde un punto de vista amplio "los modelos de gestión deben ser adaptables, dado que el mundo se comporta de manera dinámica, por lo tanto, todo lo que se encuentra inmerso en él también lo hace, los mercados, las estrategias, los gustos, las tendencias, los seres humanos, las búsquedas, las Empresas".

Colcha Hernández, (2018) y Bermúdez et al. (2020) sostienen que "la gestión del Estado orientada a la innovación constituye una alternativa que conduce al desarrollo sostenible", siendo el Estado uno de los actores locales más fuertes en los modelos de gestión cooperativos.

Estas directrices se implementan a través de procesos e indicadores para comprender y asegurar los resultados deseados por la red/organización/grupo de actores a través de objetivos (Tobar, 1999; Cárdenas Agreda, 2009; López, 2010; Álvarez, 2017; Castro Calderón et al., 2017) que permiten

⁹ Una de las herramientas mayormente usadas para identificar factores del entorno es el análisis PESTEL (visualiza factores de tipo político, económico, social, tecnológico, ecológico y legal) entre el sistema y la organización.

cuestionamientos como ¿ha sido eficaz la propuesta?, ¿agregó valor?, ¿encontramos el rumbo?, ¿debemos hacer ajustes?

Los modelos de gestión se distinguen principalmente por su carácter: **conciso, adaptable, transparente y autónomo.**

Es importante que en un modelo se establezcan bases iniciales como punto de partida para su desarrollo (Martínez, 2013; Navarro Arvizu, 2014; Felcman, 2015; Ortiz Cumbe, 2017; Viera Manzo et al., 2017), que, en general se crean con el propósito de explicar un proceso, facilitar su comprensión y estudio, y también para apoyar la toma de decisiones dentro de una organización o proyecto (Tobar, 2002; Carrión et al., 2016).

Algunos autores se refieren a los modelos como "sistemas de gestión" (Hernández Escobar, 2013; Castro Calderón et al., 2017). En el contexto de la investigación, se consideran ambos términos como sinónimos. En el ANEXO 1.6 se presenta una clasificación resumida de los principales modelos de gestión según su área de aplicación, cuyo objetivo puede integrar varios sectores (público, privado y académico) de tal manera que garanticen el aprovechamiento equilibrado de los recursos (Schmidt et al., 2011; Chong, 2012; Páliz Aguello, 2018). Así mismo, se reportan diferentes antecedentes de modelos de gestión vinculados a los problemas locales y regionales relacionados con los RSD generados por la sociedad moderna (Barradas Rebolledo, 2009), donde cada uno de ellos tiene su propia lógica, pero se encuentran entrelazados. Su "modelización" busca iluminar las principales características de una realidad muy compleja y su pertinente caso de estudio, donde se puede observar tres sistemas que responden a lógicas, a la vez geográficas e históricas: la «autogestión», de la «gestión pública» y de la «gestión compartida» (Durand, 2011).

Según Barles (2005) y Durand (2011) el sistema de «gestión pública» es actualmente el más extendido en las grandes ciudades latinoamericanas, al igual que en Europa y Norteamérica. Su aplicación, inició en la segunda mitad del siglo XIX, con el objetivo de limitar con rapidez el impacto sanitario local de los residuos producidos por las poblaciones urbanas, es decir, llevar los residuos al exterior de la ciudad y en la medida de lo posible, eliminarlos.

En América Latina, tras una fase de fuerte crecimiento urbano posterior a la Segunda Guerra Mundial (Dureau, Goueset y Mesclier, 2006), el principal objetivo de la gestión de los RSD era evacuarlos a fin de limitar los riesgos sanitarios incurridos por las poblaciones. Las municipalidades se enfocaron inicialmente en la etapa de la recolección, pero descuidaron su tratamiento y aprovechamiento.

Jaafar et al. (2018), aseguran que los problemas asociados con el manejo ineficiente de los residuos están directamente relacionados con el equipo utilizado para su recolección, la falta de legislación efectiva para el manejo y las restricciones técnicas relacionadas con la planificación y operaciones de manejo de desechos sólidos.

Berent y Vedoya (2005) que investigaron sobre el modelo de gestión de residuos en el norte argentino, afirmaron que el conocimiento de los principios vinculados a los elementos funcionales de la gestión de residuos es fundamental para evaluar los impactos de las nuevas tecnologías y para seleccionar y analizar las alternativas en el desarrollo de los sistemas. Según Huayta (2006), *“El problema crítico*

que actualmente afrontan las ciudades, es el manejo de los residuos sólidos desde la elaboración de materiales hasta su disposición final [...]", tal que, "la mejora en la gestión de los residuos sólidos, especialmente en las ciudades con rápido crecimiento de los países de ingreso bajo, se está volviendo una cuestión cada vez más urgente" (Banco Mundial, 2012). Desde hace tiempo, la Organización mundial de la salud (OMS), desarrolla una "Guía metodológica para la preparación de planes directores del manejo de los residuos sólidos municipales en ciudades medianas" (Organización Panamericana de la Salud, 2002) para encausar a la problemática de residuos que constituye un problema complejo y de difícil solución.

Algunos autores como Tchobanoglous y Kreith (2002) y Salazar Acuña (2016), mencionaron que los mejores sistemas de tratamiento se enfocan en un modelo para gestionarlos en base a una cadena de suministro de ciclo cerrado que incluya las 10R (rechazo, rediseño, reúso, reparación, remodelación y otras) anteriormente descritas en la Figura 1.8. Otros, han modelado y proponen la Gestión Integral de los residuos (Jiménez Martínez, 2017; Villada y García, 2007), algunos vinculados a la temática de la tesis se describen a continuación. "Modelo de simulación de gestión de residuos sólidos domiciliarios en la Región Metropolitana de Chile", construido utilizando Dinámica de Sistemas (Vásquez, 2005), una "Modelización para la gestión Integral de los Residuos Peligrosos Urbanos" (Carmona García, 2008), una "Propuesta para la evaluación de las acciones del poder público municipal ante las políticas de gestión de residuos sólidos urbanos en Brasil: un estudio aplicado al municipio de Curitiba" (Da Silva et al., 2017) Además, Asimakopoulos et al. (2015) describen un "Sistema de gestión de recolección de residuos dinámico utilizando datos en tiempo real y pronosticados". Lee et al. (2016), desarrollaron un "Modelo matemático que adopta la programación lineal entera y la programación de enteros mixtos para la gestión municipal de residuos sólidos en Hong Kong" Pavlenkov et al. (2015), "Un modelo para pronóstico de RSU", Sosunova, I., Happonen, A., Wolff, A. y Porras, J. (2024): "Un sistema de gestión inteligente de residuos basado en IoT". Por otra parte, Cazull Imbert (2008), abordó un modelo teórico para la "Gestión de la transferencia de tecnología en la industria cubana del reciclaje", donde despliega un método y procedimientos, que permite mejorar las capacidades gerenciales en los procesos de transferencia de tecnología. También, se reportan otros trabajos tales como la "Simulación del comportamiento individual en el manejo de residuos domésticos" y "Simulación del sistema de gestión de residuos sólidos" (Avendaño Acosta, 2015).

Los modelos antes mencionados, permiten comprender la complejidad del sistema de gestión de residuos, la mayoría se enfocan principalmente en el componente técnico u operativo: la optimización de rutas, la eficiencia de los sistemas de recolección o la simulación de escenarios, algunos incorporan una mirada del territorio, que considere las dinámicas sociales, institucionales y de gobernanza que condicionan la sostenibilidad del sistema. En este contexto, se evidencia la necesidad de un modelo alternativo para adaptar las gestiones municipales y disminuir el volumen de los RSD a depositar en los rellenos sanitarios.

Fernández Colomina (2005), asegura que la valorización de los residuos en las comunidades, utilizando alternativas locales sostenibles, es una necesidad para alcanzar modelos de desarrollo

ecológicamente conservadores e independientes, al convertirse en fuentes de trabajo, generadoras de alimentos orgánicos y para conservar el medio ambiente natural.

Por otra parte, el “modelo de aprovechamiento sustentable de residuos sólidos orgánicos en Cundinamarca, Colombia”, elaborado por Castañeda Torres y Rodríguez Miranda (2017), realizó una aproximación conceptual, técnica y matemática para el apoyo en la toma de decisiones, con el fin de minimizar los impactos ambientales en consonancia con la “Gestión y recuperación de residuos sólidos municipales sostenibles”, desarrollado por DAlessandro et al. (2012). Los últimos dos modelos mencionados, trazan una meta para mejorar el sistema. Sin embargo, no consideran los aspectos de desarrollo local y la integración formal de todos los actores locales involucrados. La aproximación más cercana a esta idea, se encuentra en el trabajo desarrollado por Hossein et al. (2017) que propone un novedoso enfoque de modelado multidimensional para integrar gestión municipal de residuos sólidos, sin embargo, su aplicación práctica sigue siendo limitada en contextos municipales periféricos.

A nivel mundial existen diferentes prácticas de disposición final, las cuales tienen sus ventajas y desventajas. Sin embargo, aún no se ha identificado un procedimiento que sea adaptado a micro regiones constituidas por pequeños poblados cooperando con una ciudad más grande y en colaboración de actores, cuyo fin sea elaborar planes para RSD para el bien común, sinó que los municipios suelen adoptar más de una práctica de disposición final de las expuestas en la Tabla 1.3, cuyas desventajas se describen.

Tabla 1.3: Prácticas de disposición final de residuos sólidos urbanos.

Práctica o sistema	Descripción	Desventajas
Planta de manejo Integral	Infraestructura para la aplicación de un proceso Integral de clasificación, recolección, transporte, selección, tratamiento y aprovechamiento, destrucción, utilización, comercialización y disposición final de los residuos sólidos	Alta Inversión. Daños en infraestructura por presencia de residuos peligrosos. Si no se maneja adecuadamente, puede convertirse en un foco de alto riesgo por la concentración de gases, vectores y patógenos
Relleno Sanitario	Lugar técnicamente seleccionado, diseñado y operado para la disposición final controlada de residuos sólidos, controlando los impactos ambientales y utilizando principios de ingeniería para la confinación y aislamiento de los residuos sólidos en un área mínima, con compactación de residuos, cobertura diaria de los mismos, control de gases, lixiviados y cobertura final	Contaminación hídrica y de suelo, por generación de lixiviados. Puede convertirse en un foco de alto riesgo por la concentración de gases, vectores y patógenos. Cuando no está acompañado de un sistema de aprovechamiento, los costos de operación y mantenimiento pueden resultar muy altos. Posibles conflictos sociales por la ubicación y funcionamiento del relleno
Relleno o celda de seguridad	Lugar seleccionado, diseñado y operado para la disposición final controlada de residuos sólidos peligrosos	Si no se maneja adecuadamente, puede convertirse en un foco de alto riesgo patógeno
Quema a cielo abierto	Práctica que hasta ahora se utiliza en algunos lugares del mundo. La gran capacidad calorífica y combustible de la mayoría de los materiales residuales, permite que la quema sea fácil de realizar y resulte económicamente viable, desde el punto de vista directo de la inversión inmediata, para la comunidad	Producción de contaminantes atmosféricos. Impacto directo sobre el equilibrio ambiental y la salud pública (enfermedades y mortalidad). Deterioro paisajístico del entorno. Afectación de los ecosistemas cercanos. Riesgo de incendio

Enterramiento controlado	Implica el cubrimiento de la basura, sin embargo, la práctica, suele hacerse en sitios pocos estratégicos o inadecuados, sin ningún estudio técnico o técnicas aceptables para el manejo de los residuos. Suele utilizarse para residuos en general, incluyendo radiactivos	Acumulación de gases dentro del cúmulo de basuras. Impacto directo sobre la salud pública y el equilibrio ambiental. Deterioro paisajístico del entorno. Afectación de ecosistemas cercanos. Impacto negativo directo sobre los ecosistemas. Alteración del equilibrio ambiental del entorno. Requiere un estudio previo minucioso
Abandono de basuras	Sistema de disposición final. Normalmente se realiza en depresiones naturales, lugares de alta densidad forestal o en las cabeceras o riberas de cuerpos de agua	Deterioro paisajístico. Proliferación de focos de vectores. Incremento de los riesgos en la salud pública. Producción de biogás: metano+CO ₂ responsables del efecto invernadero.

Fuente: elaborado a partir de Avendaño Acosta (2015), Kodros et al. (2016), Piacentini y Vega (2017), Jia et al. (2017), Tüde y Kumlu (2017), Zailani et al. (2018), Carmona García (2008), Ambiente y Medio (2021).

Según lo expuesto anteriormente, el relleno sanitario es una de las prácticas de disposición final de residuos ampliamente utilizada para el manejo de la mayor parte de desechos sólidos generados a nivel mundial.

Desde el punto de vista del tratamiento de los residuos, la provincia de Misiones se encuentra en el sector menos recomendado, en relación con la propuesta de ISWA y la UE (Figura 1.8). En este sentido, a nivel local los municipios reconocen la problemática de los desechos, como uno de los rostros de la crisis ambiental contemporánea (Jiménez Martínez, 2017).

Berent y Vedoya (2006) desarrollaron una investigación sobre gestión ambiental de residuos sólidos urbanos con estrategias y programas, aplicable desde la generación de los residuos hasta la disposición final de los mismos, pero se refiere a mejorar aspectos esenciales del proceso de gestión mediante una función objetivo a optimizar, cuyo alcance se limita principalmente al plano técnico y cuantitativo, sin abordar en profundidad las dimensiones sociales, institucionales o territoriales que condicionan la sostenibilidad del sistema en contextos municipales reales.

En el contexto de los modelos de gestión, Pérez Zea (2013), sostiene que la cooperación constituye el modelo de organización más idóneo para alcanzar el desarrollo sostenible. Se observa que los modelos relevados y descritos anteriormente, se basan en la actuación de uno o más actores locales, en ausencia de cooperación de todos los agentes locales, en los términos que Arknil et al. (2010), definen como “Entorno de Innovación”, donde conceptualizaron a la Cuádruple Hélice como un modelo de cooperación para un entorno en el que los usuarios, Empresas, universidades y autoridades públicas cooperan con el fin de producir innovaciones, entendidas como aquellas cuestiones que se consideran útiles para Investigación, el desarrollo y la innovación (I+D+i). Entre los antecedentes que se han desarrollado en el contexto de la cooperación regional en base a Arknil (2010) y la teoría de las hélices, se encuentran las investigaciones de Michalus, (2011); Villanueva, (2022); Yasinski, (2022) y Monge García, (2025).

1.10 Economía Circular y Redes

Desde hace un tiempo, se ha consolidado el modelo de Economía circular¹⁰ (EC) atribuido en sus orígenes a Pearce y Turner (1989), que contrapone la idea de economía lineal (Marcelino Aranda et al., 2022), idealizando que la economía y el ambiente deberían encontrar un equilibrio para coexistir armónicamente (Geissdoerfer et al., 2017). Los actores que crean riqueza constituyen la llamada cadena de valor, siendo la cadena de suministro una de esas acciones constituyentes. La cadena de suministro es un tipo especial de cadena de valor. En este sentido es importante la cooperación de actores, cuyas acciones constituyen un modelo de EC (Kirchherr et al., 2017; Segura et al., 2020 y Cardona Giraldo, 2023).

La EC es un modelo económico que tiene como objetivo utilizar los recursos de manera eficiente, proteger el medio ambiente y crear beneficios socioeconómicos mediante la minimización de residuos, la retención de valor a largo plazo, la reducción de recursos primarios y ciclos cerrados de productos, piezas y materiales del producto (Morseletto, 2020). En este sentido, los RSD generados en las microregiones que se prevee insertar en otras redes pueden ser reunidos en:

-Centro verde municipal: es aquel lugar que permite llevar adelante de manera efectiva, eficiente y racionalmente ecológica, los procesos de almacenamiento transitorio, valorización, y transferencia de los residuos sólidos urbanos inorgánicos reciclables, orgánicos compostables, verdes, volumétricos, y domiciliarios peligrosos; además de llevar adelante políticas de educación, capitalización y sensibilización ambiental, como así también tareas de control, investigación, desarrollo e innovación de métodos de prevención, minimización y valorización de residuos.

-Eco punto: es un lugar en la vía o espacio público y/o en una "playa de estacionamiento", que permitan el acceso del público en general y la maniobra/operación de vehículos de recolección de residuos; de diseño especial conforme a las funciones buscadas y el entorno circundante; equipados con contenedores de residuos para la disposición selectiva de residuos domiciliarios, mediante la asignación voluntaria y gratuita por parte de los generadores individuales. Los Eco Puntos gestionados adecuadamente, cuentan con buena iluminación nocturna, a veces tienen presencia permanente de personal y cuentan con servicio periódico de mantenimiento y limpieza del área.

-Punto limpio: Son instalaciones donde se permite a los generadores individuales la disposición por asignación voluntaria y gratuita de los residuos no incluidos en la recolección general. Funcionan las 24 horas con presencia permanente de personal de operaciones, y cuentan con servicio de limpieza y transferencia de residuos diaria. Los Puntos Limpios constituyen, por tanto, un sistema de disposición selectiva de residuos sólidos urbanos especiales, tales como los "voluminosos" denominados a las ramas de árboles, electrodomésticos, neumáticos fuera de uso (NFU) y otros de gran tamaño.

Las Cadenas de Suministro (CS) en la EC van a depender del uso que se le pueda dar a cada residuo. La Figura 1.11 cuya autoría corresponde a la Fundación Ellen MacArthur, ilustra el flujo continuo de

¹⁰ Según Ellen MacArthur Fundación (2021): la EC es definida como "un modelo económico regenerativo desde su diseño. Se basa en tres principios, todos impulsados por el diseño: eliminar la producción de residuos y la contaminación, hacer circular los productos y materiales en su valor más alto y regenerar la naturaleza".

materiales en una EC, donde se aprecian los dos ciclos principales: el ciclo técnico y el ciclo biológico y sus respectivas prácticas.

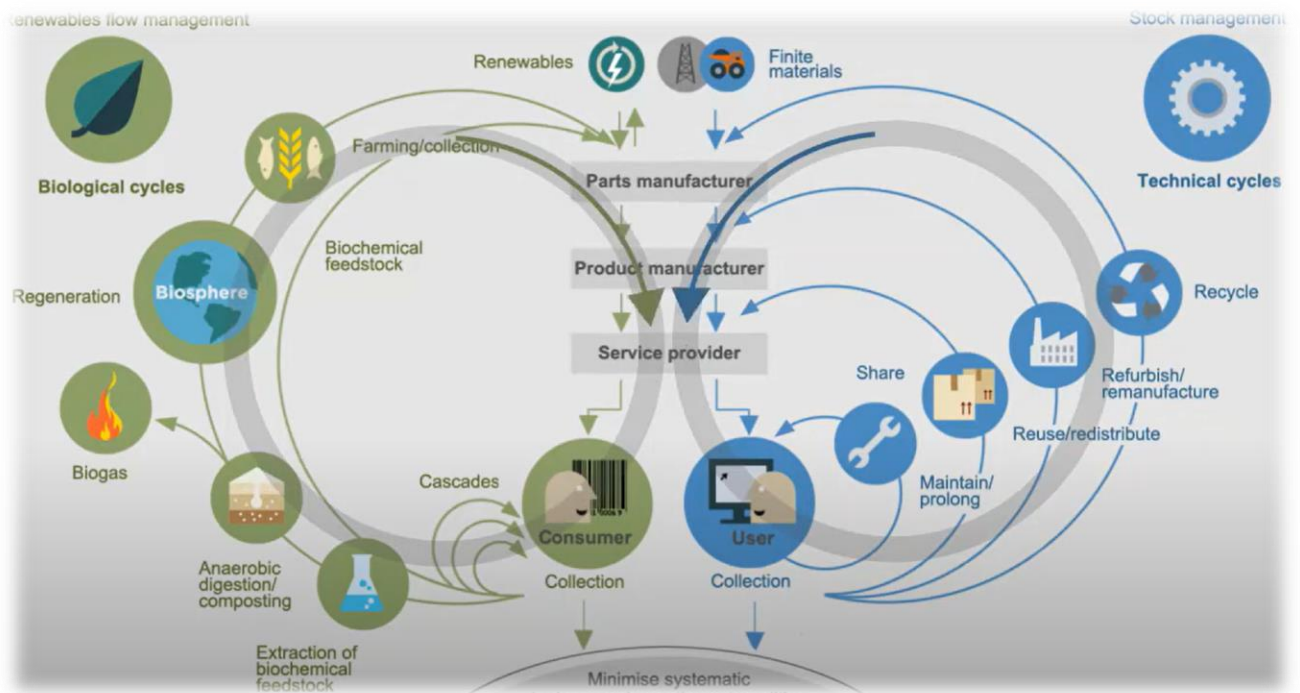


Figura 1.11: Diagrama mariposa de la EC con bucles para el flujo de residuos como recursos de otros procesos. **Fuente:** Fundación Ellen MacArthur.

En el ciclo técnico, los productos y materiales se mantienen en circulación a través de procesos como la reutilización, reparación, remanufactura y reciclaje. En el ciclo biológico, los nutrientes de los materiales biodegradables se devuelven a la tierra para regenerar la naturaleza (donde la práctica más utilizada es el compostaje).

La "circularidad" hace referencia a los diversos ciclos o bucles¹¹ que permiten mejorar el aprovechamiento de los residuos en otros procesos, es decir se trata de reciclar los materiales contenidos, de compostar los orgánicos y re-utilizar reciclables, útiles para usos posteriores mediante diferentes flujos tales como el reúso y reutilización.

Con ello, es evidente que se necesita fortalecer la clasificación de los residuos en origen (en los hogares), lo que implica diseñar sistemas en los que el número de fracciones a separar en los domicilios se relacione con los días de recolección para prevenir los desvíos, o con la cantidad de contenedores específicos para recibirlos, tal que su ubicación permita que la población pueda acceder a ellos recorriendo distancias cortas. En general los planes de gestión de EC incorporan la educación formal y concientización ciudadana mediante un proyecto estratégico formulado con los diferentes actores involucrados en la gestión de los residuos y prácticas que se exponen en la Tabla 1.4.

¹¹ Definidos como procesos de inserción de materiales residuales, que lo hacen circular, dándolo más de una vida antes de su disposición final.

Tabla 1.4: Prácticas para activar flujos de EC para los RSD.

Práctica	Descripción
Reutilización o reuso	Compra/venta de productos usados como ropas, vehículos, muebles, maquinarias y algunos electrodomésticos.
Reparación	Un ejemplo sencillo es el reemplazo de módulos y pantallas de celulares, cables USB, impresoras, computadoras. Una vez reparado puede ser utilizado por el usuario original o por un nuevo usuario.
Restauración o reacondicionamiento	Esta práctica es usual en los teléfonos celulares, implica que el fabricante o vendedor oficial ha participado del reacondicionamiento y garantiza que el producto debería funcionar como nuevo. Se utiliza para: dispositivos utilizados en exposición, demostraciones, pruebas de campo; dispositivos devueltos por ser defectuosos y dispositivos devueltos por daños cosméticos en el envío, tanto en el embalaje como en el objeto. Estos son reparados y probados por el fabricante y vuelven al mercado.
Remanufactura	Es una práctica similar a la anterior, pero en general implica reparaciones mayores o reemplazos de componentes, incluso puede ser que solo un componente sea remanufacturado e incluido en un producto nuevo. Un ejemplo conocido son las impresoras y fotocopiadoras de gran tamaño.
Canibalismo	Se basa en la recuperación de determinados componentes o partes para ser incorporados a otros productos.
Reciclaje	Es la práctica más común y conocida. El reciclaje de plásticos, papel o vidrio es una práctica usual. Es necesario tener en cuenta que no todos los residuos son reciclables.
Compostaje	Disposición de residuos orgánicos, que puede ser a través de fosas y la combinación de capas de residuos con otros orgánicos para acelerar la descomposición del material (hojas con alto contenido de nitrógeno).
Incineración y generación de energía	Quema de materiales residuales a una atmósfera controlada, para disminuir la emisión de contaminantes al aire. Podría ser aplicable para residuos sanitarios, de barrido, poda y otros, con posibilidad de generar calor y, a su vez, energía eléctrica.

Fuente: elaborado a partir de Poppelaars (2014), Oberá Sustentable (2024) y Da Silva Alcântara Fratta (2022).

Es importante mencionar que la EC por sí misma no permitiría alcanzar la sostenibilidad. En ocasiones, las tendencias pueden llegar a sobrevalorar estrategias que mantienen los recursos pero que, de todos modos, tienen impactos negativos, por ejemplo, el caso de reciclar materiales mediante procesos de altos impactos y/o costos, y el de extender la vida útil de productos con gran consumo de energía (Peña et al., 2021). Por ende, es necesario una evaluación combinada de los impactos en la circularidad y en la sostenibilidad cuando se intenta implementar estrategias de EC (Alejandrino et al., 2022), concepto que a nivel Empresa se denomina "simbiosis industrial", aquella que permite la colaboración innovadora y mutuamente beneficiosa entre Empresas, por ejemplo, usando los residuos como materia prima de otra Empresa, en los denominados y en auge "ecoparques industriales". Además, en EC es esencial contemplar opciones de disposición final y tratamiento de residuos por categoría de residuos (Tabla 1.5), teniendo en cuenta que no todos los residuos pueden ser insertados en bucles circulares, dado que los RSD pueden contener materiales inservibles (o mezcla de materiales que no pueden ser separados) denominados basura ó "rechazos".

Tabla 1.5: Opciones de tratamiento y disposición final para diferentes categorías de residuos.

Categoría de residuos	Opción de tratamiento y disposición final
Residuos químicos	Tratamientos químicos para líquidos. Eliminación en relleno sanitario seguro para residuos sólidos.
Residuos de animales	Incineración/ enterramiento controlado.
Genotóxicos	Incineración y eliminación en rellenos sanitarios seguros.
Cenizas de incineración	Relleno sanitario.
Residuos de microbiología y biotecnología	Autoclave; microondas; incineración.
Tejidos, órganos, sangre, materiales empapados con sangre y/o saliva, etc.	Incineración/ enterramiento controlado.
Residuos farmacéuticos	Incineración y eliminación en rellenos sanitarios seguros.
Residuos patogénicos especiales (radioactivos)	Concentrar, diluir y contener.
Recipientes presurizados	Devolver a proveedores/ destrucción controlada.
Punzantes	Desinfección y trituración.
Residuos con metales pesados	Recuperación de metales pesados.
Otros residuos contaminados	Incineración y eliminación en rellenos sanitarios seguros.

Fuente: Chandrappa y Das (2012)

1.11 Capacidades organizacionales

La teoría indica que cuando se trabaja de forma organizada, los planes colectivos hacen posible lo que no es rentable a nivel individual: la cooperación de actores para aprovechar las ventajas regionales.

La gestión de RSD, vista como problema desde la capacidad municipal de municipios periféricos exige cambios operativos y de cultura organizacional, orientada al equilibrio ecológico a largo plazo (Malca et al., 2025).

Según Domínguez Machuca et al. (1995) y Sabry (2024) cuando una organización crece, los costos unitarios disminuyen (caso de los municipios trabajando en conjunto); obteniéndose el efecto denominado "economía de escala" que se representa en la Figura 1.12.

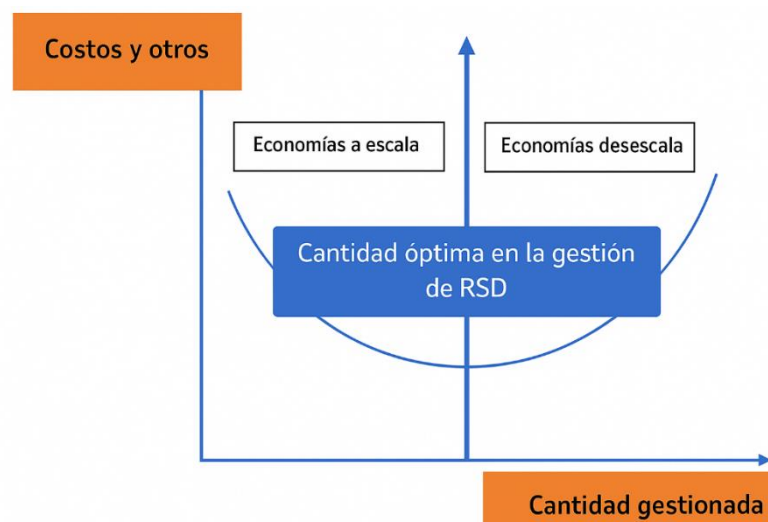


Figura 1.12: Representación de la economía de escala según costos y cantidad de RSD gestionados. Fuente: elaboración propia mediante Sabry (2024).

El efecto de la economía de escala, se debe a diversos factores entre los cuales se encuentra el incremento de la capacidad a largo plazo Altschuler (2001). En el contexto de los RSD en los municipios de Misiones, mediante la cooperación es posible alcanzar escalas de desarrollo local (mediante asociación de municipios) hacia nuevos Modelos de Negocio (MN) para los RSD.

Cuando se trabaja de forma mancomunada, se busca incrementar la capacidad institucional de cada uno de los Estados locales y el potencial productivo del territorio, a través de la promoción de oportunidades existentes en la micro-región que sólo pueden ser aprovechables a partir del abordaje conjunto y la asociatividad municipal. Según Bermúdez et al. (2020), “la gestión del Estado orientada a la innovación constituye una alternativa que conduce al desarrollo sostenible”.

Las capacidades organizacionales y su concepto han evolucionado, como se muestra en la Figura 1.13 y pueden ser definidas como entidades socialmente construidas que representan una forma colectiva de solucionar los problemas Dávila, (2013).



Figura 1.13: La evolución de las capacidades de organización. **Fuente:** adaptado de Miranda Torrez (2015).

Las definiciones de capacidades y sus alcances pueden presentar límites difusos (Helfat y Winter, 2011) porque es “el proceso de integrar conocimiento básico y complementario en la implementación de tecnologías, que requiere el despliegue de un conjunto de rutinas organizacionales claramente estructuradas para alinear sistemas técnicos, destrezas, estrategia y mercado, siendo importante: la participación activa del usuario, programas de entrenamiento y documentación adecuada del sistema” Áñez Méndez & Petit (2010). En esta tesis se adopta la definición propuesta por Winter (2003 apud en Dávila, 2013), donde la **capacidad organizacional** refiere al proceso de asignación y combinación de recursos, proporcionan a la gerencia o responsable de la organización diferentes opciones de decisión para generar resultados específicos (outputs) según los objetivos a alcanzar.

La Teoría de Recursos y Capacidades (TRC) y actores claves constituye uno de los principales modelos teóricos que guían la investigación estratégica de Fong Reynoso et al. (2017), dado que la TRC y la sustentabilidad se integran mediante los recursos humanos, la CS y los recursos de tecnología de la información, que guían hacia el desarrollo de capacidades sustentables que le permiten a la Empresa obtener una ventaja competitiva y generar valor para las partes interesadas

(Dao et al., 2011). En éste contexto, Teece, Pisano y Shuen (1997) son los autores pioneros en proponer el concepto de capacidades dinámicas que refiere a las formas organizativas que permiten alcanzar y mantener ventajas competitivas en un entorno empresarial cada vez más dinámico y consecuencia de la globalización tal como se especifica en la sección 1.1 (Jiménez et al., 2011). El éxito de una organización surgirá de la capacidad en que estas capacidades sean desarrolladas y adaptadas a las demandas del entorno (Teece y Leih, 2016; Teece, 2018).

Las capacidades dinámicas posibilitan la innovación por medio de procesos organizacionales internos (Helfat, 1997; Davies y Brady, 2016) empleando herramientas de gestión y de innovación que contribuyen a mejorar las ventajas competitivas (Zapata Rotundo, 2020).

Las capacidades de un Grupo de Trabajo (GT) permiten innovar, aprovechar oportunidades y mejorar sus activos para mantener ventajas competitivas a largo plazo como una herramienta estratégica para responder a los cambios abruptos (Vivas-López, Peris-Ortiz y Oltra, 2013). En consecuencia, cuando un conjunto de actores conforma organizaciones, las capacidades pueden medirse de diferentes maneras, tal como se describe a continuación:

- **Capacidad de innovación:** Ligada al conocimiento y competencias necesarias para crear, expandir y modificar los recursos utilizados en la innovación, con el objetivo de desarrollar nuevos productos, servicios y procesos, y potenciar la competitividad, especialmente en las pequeñas y medianas Empresas (Romijn y Albaladejo, 2002; Dodgson et al., 2008; Fernández, 2013).

Dentro de esta capacidad, se encuentran tres principales componentes: la **capacidad de adaptación**, que se refiere a la habilidad de la organización para reaccionar y enfrentar entornos cambiantes (Miles y Snow, 1978; Garzón, 2015 según Zapata Rotundo, 2020); la **capacidad de absorción**, que se define como la habilidad para identificar, asimilar y aprovechar el conocimiento del entorno, reconociendo el valor de la nueva información y aplicándola en los procesos de innovación (Cohen y Levinthal, 1990; Zahra y George, 2002); y la **capacidad de aprendizaje**, que refleja el esfuerzo por crear conocimiento organizacional, procesar, transferirlo e integrarlo con el objetivo de mejorar el desempeño de la organización (Jerez et al., 2005; Kiziloglu, 2015; Gomes y Matte, 2017).

- **Capacidad de gestión:** saber analizar la situación y su entorno; programar las actividades, seguir y evaluar sus resultados y movilizar recursos mediante las **capacidades técnicas**, conceptualizadas como el conjunto de habilidades y conocimientos necesarios para alcanzar los objetivos de la organización, como el dominio de nuevas tecnologías o procesos (Plataforma de la Agricultura Tropical, 2011); la **capacidad funcional** que está asociada con las habilidades, comportamientos y actitudes requeridas para utilizar y coordinar las capacidades técnicas de manera efectiva, que puede incluir la planificación estratégica, ejecución de programas, formulación e implementación de políticas y normas relevantes, gestión del conocimiento, construcción, mantenimiento de colaboraciones y la **capacidad de colaboración**, que implica facilitar la gestión de conflictos y la gestión de la diversidad de intereses, con el fin de combinar las habilidades, conocimientos individuales y crear conciencia

sobre cómo las acciones complementarias generan valor. También implica la construcción de alianzas y redes para mejorar la colaboración, así como habilidades y estrategias de comunicación tanto internas como externas.

- **Otras Capacidades:** aquellas pertinentes para mejorar la gestión de RSD en los municipios periféricos. En este sentido las capacidades de adquirir ecoeficiencia - prácticas de EC a largo plazo - adecuadas al diagnóstico de la situación para generar propuestas tendientes al progreso de actividades hacia la sustentabilidad y el desarrollo micro-regional (González Chaves, M. A., & Vargas Vargas, J. A., 2025).

1.12 Estado de la práctica

Situación mundial y Argentina

A nivel global, la gestión de los residuos se ha consolidado como un tema estratégico que refleja el grado de desarrollo económico, la planificación territorial y las políticas ambientales de cada país (UNEP, 2015). La tendencia general se orienta hacia modelos de Gestión Integral de Residuos Sólidos (GIRS) con prácticas de EC que buscan minimizar la generación, promover la reutilización y el reciclaje de materiales residuales (Kaza et.al, 2018). Según Hoornweg y Bhada-Tata (2012), el nivel de ingreso de un país está directamente relacionado con la cantidad de residuos generados. En países desarrollados y en ciudades altamente pobladas, los modelos se basan en tecnologías avanzadas para generar energía, marcos normativos que incluyen multas y la Responsabilidad Extendida del Productor (REP).

- En Estados Unidos, el alto consumo y el comportamiento de sus habitantes genera un volumen tres veces superior al promedio mundial, pero también fomenta industrias vinculadas al reciclaje y a la valorización (*United States Environmental Protection Agency, 2020*).
- Alemania es pionera, ya que incorpora prácticas de EC desde los años '80, donde una de las actividades más prósperas es el principio de devolución y retorno de envases, con una estructura que alcanza una tasa de reciclaje del 68 %, ejemplo de una gestión basada en la corresponsabilidad entre productores, consumidores y el Estado. En cuanto a RSD peligrosos, el municipio suministra un contenedor especial en cada domicilio particular que lo necesite (por ejemplo, insulíndependientes) y luego recoge este contenedor en un cierto día. Asimismo, agentes de las Organizaciones Locales y del Estado manifiestan que aún quedan cuestiones por resolver (IFAT, 2025).
- En Japón, la gestión de residuos se basa en una estricta separación en origen, una alta tasa de incineración con recuperación de energía y un fuerte control estatal sustentado en políticas ambientales avanzadas (Tabatha y Tsai, 2016).
- Singapur articula una red eficiente de recolección y tratamiento, con un 60 % de valorización en 2019 y la meta del 70 % para el 2030 (*Ministry of Sustainability and the Environment, 2024*).

- En Suiza e Italia, las regulaciones obligan a la separación, el uso de materiales reciclados y al cumplimiento de metas de reducción de residuos (IFAT, 2025).
- Brasil: las grandes ciudades transforman los residuos en energía con estructuras pioneras en América Latina (IFAT, 2025; Municipio de Joinville, 2025).

La Unión Europea ha adoptado metas de Economía Circular (2015), que establece la acción común sobre principios de ecodiseño, simbiosis industrial y valorización energética. China también impulsa un enfoque circular mediante la gestión regional y la recuperación de materiales secundarios. Sin embargo, los sistemas más avanzados a nivel global enfrentan desafíos persistentes, como los costos elevados del reciclaje, la disposición ilegal, los impactos derivados de la incineración y debido a instalaciones con una elevada Huella de Carbono (HC) asociada a sus materiales constructivos (Whiting & Schwager, 2007; Akomea-Frimpong et al., 2024).

En América Latina, muchas veces, la gestión de residuos presenta heterogeneidad y fragmentación institucional, influida por la desigual distribución de recursos, la informalidad y la debilidad normativa (Espinosa et al., 2023). Se aplican principios de Economía Circular, aunque con diferentes grados de implementación, por lo que predomina el modelo lineal de “extraer, usar y desechar”. En países como Brasil, la Política Nacional de Residuos Sólidos (Ley 12.305/2010) promueve la responsabilidad compartida, la inclusión de cooperativas de recicladores y valorización energética a través del biogás y compostaje. No obstante, la aplicación práctica enfrenta obstáculos financieros y técnicos, sobre todo en municipios pequeños. Chile, mediante su Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos y la Ley REP, avanza en la trazabilidad y clasificación de sus residuos. Iniciativas como el aplicativo Junker¹² fomentan la participación ciudadana en la separación en origen (IFAT, 2025). Se observa, que los países latinoamericanos buscan adaptar modelos europeos, pero la falta de infraestructura, financiamiento, educación ambiental y coordinación intergubernamental limita su efectividad. El Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y organismos multilaterales han impulsado proyectos (desde los años '90) para cooperación regional y fortalecimiento institucional, especialmente para cerrar basurales a cielo abierto (Rihm et. al, 2024).

En Argentina se generan más de 11 millones de toneladas de residuos al año, de los cuales solo alrededor del 10 % se gestiona adecuadamente (ONGRSU, 2021). Se estima la existencia de más de 5.000 basurales a cielo abierto, donde se deposita cerca del 25 % de los residuos generados. Las jurisdicciones con mayor producción de residuos son Buenos Aires, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Córdoba y Santa Fe, mientras que en el norte y noreste predominan sistemas precarios, con insuficiente infraestructura municipal para gestionarlos. Los municipios argentinos destinan entre el 15-30 % de sus presupuestos a la recolección de RSD, lo que deja escasos recursos para el tratamiento, reciclaje o programas de educación ambiental. La escala de gestión se convierte así en un factor determinante: los municipios pequeños o periféricos carecen de recursos suficientes, lo que

¹² Una aplicación móvil diseñada principalmente para ayudar a las personas a gestionar correctamente los residuos y mejorar la reciclabilidad según las reglas de separación de basura de cada localidad.

impulsa la necesidad de modelos intermunicipales o micro regionales de cooperación. Algunas iniciativas provinciales son:

- Provincia de Buenos Aires: Ley 13.592 (2006) de GIRS, reglamentada por el Decreto 1215/10, con un enfoque de regionalización y apoyo técnico de la Coordinación Ecológica Área Metropolitana Sociedad del Estado (CEAMSE).
- Santa Fé: Ley 13.055/09 “Basura Cero”, con metas de reducción progresiva y eliminación de basurales.
- Mendoza: pionera en consorcios intermunicipales mediante el Consorcio Público de Gestión Intermunicipal de Residuos Sólidos Urbanos de la Zona Centro denominado COINCE (2007), integrado por los municipios de San Carlos, Tunuyán y Tupungato creado para eliminar los basurales a cielo abierto.
- Entre Ríos: formalizó el Consorcio Regional Tierra de Palmares en el año 2007, como una iniciativa intermunicipal destinada a implementar estrategias para gestionar residuos en la región. En 2016, Pedelhez y otros, presentaron un proyecto para gestionar los residuos de los municipios de Paraná, Oro verde, Colonia Avellaneda y San Benito aprovechando el ferrocarril de la micro-región.
- Misiones: desarrolla políticas de economía circular desde el año 2022.

Misiones, Argentina

La Provincia de Misiones, ubicada en el noreste de la República Argentina, forma parte de la región del NEA argentino. Limita al oeste con la República del Paraguay, al norte y al este con la República Federativa del Brasil, y al sur con la provincia de Corrientes.

Posee una superficie aproximada de 29.801 km², organizada administrativamente en 17 departamentos. De acuerdo con los datos del Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2022, la provincia cuenta con 1.280.960 habitantes, lo que representa una densidad poblacional cercana a 43 habitantes por km², una de las más elevadas del Nordeste Argentino (INDEC, 2023).

Desde el punto de vista demográfico, Misiones se distingue por presentar la estructura etaria más joven del país (donde aproximadamente el 30% de las personas tienen entre 0-14 años y donde la edad media es de 29 años, siendo la media nacional de 32 años), caracterizada por una elevada proporción de población menor de 15 años y una edad mediana inferior al promedio nacional. En términos institucionales, la provincia está conformada por 78 municipios, de los cuales la mayoría posee menos de 20.000 habitantes (54 municipios, es decir el 69,2 % según el censo 2022), lo que configura un entramado territorial predominantemente compuesto por gobiernos locales de pequeña escala.



Figura 1.14: La provincia de Misiones: ubicación, distribución y límites geográficos. **Fuente:** adaptado de Pinterest.

En Argentina, la gestión de los RSD se enmarca en la Ley Nacional 25.916 de Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental (2004), que mediante su reglamento impulsa los principios de reducir, reutilizar, reciclar y tratar los residuos, aunque su aplicación depende de cada provincia y municipio. Cada argentino, genera aproximadamente 1 kg de residuo por día (Generación per cápita) con una composición promedio del 50 % orgánicos, 14 % papel y cartón, 5 % vidrio y 3 % metales (Argentina.gob.ar).

A pesar de la existencia de la Estrategia Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos ENGIRSU (elaborada en 2005 y puesta en marcha en 2006), la gestión presenta desigualdades territoriales: las grandes ciudades avanzan hacia modelos de separación y valorización energética, mientras que los municipios pequeños enfrentan limitaciones financieras y técnicas.

En el año 2001, en Misiones se implementó el "Sistema de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos y Patogénicos" con 26 Estaciones de Transferencia (ET) y dos rellenos sanitarios (Fachinal que atiende a municipios de la zona sur y Caraguatay para la zona norte). Este sistema reemplazó los antiguos basurales a cielo abierto. Sin embargo, con el paso del tiempo, el modelo mostró limitaciones, ya que mantiene una estructura lineal, sin redes intermedias ni incentivos para el compostaje o la venta de reciclables. La empresa AESA Misiones S.A. (integrante de la multinacional Veolia) gestiona los residuos domiciliarios y patológicos, concentrando la disposición final en los rellenos sanitarios a través del traslado desde las ET provinciales.

Actualmente, la provincia genera aproximadamente 700 toneladas de residuos por día, con un índice de circularidad de reciclables menor al 10 % (Informe de Economía Circular, 2024). Sin embargo, Misiones, se posiciona como un territorio estratégico para la venta de bonos de carbono, ya que está en la Selva Paranaense y alberga áreas protegidas como la Reserva de Biosfera Yabotí, que constituye un pulmón verde, que amerita el desarrollo de políticas ambientales y de la economía circular como modelo de transición hacia la gestión sostenible.

La composición porcentual típica de los RSD en municipios de Misiones se aproxima a lo expuesto en la Figura 1.15.

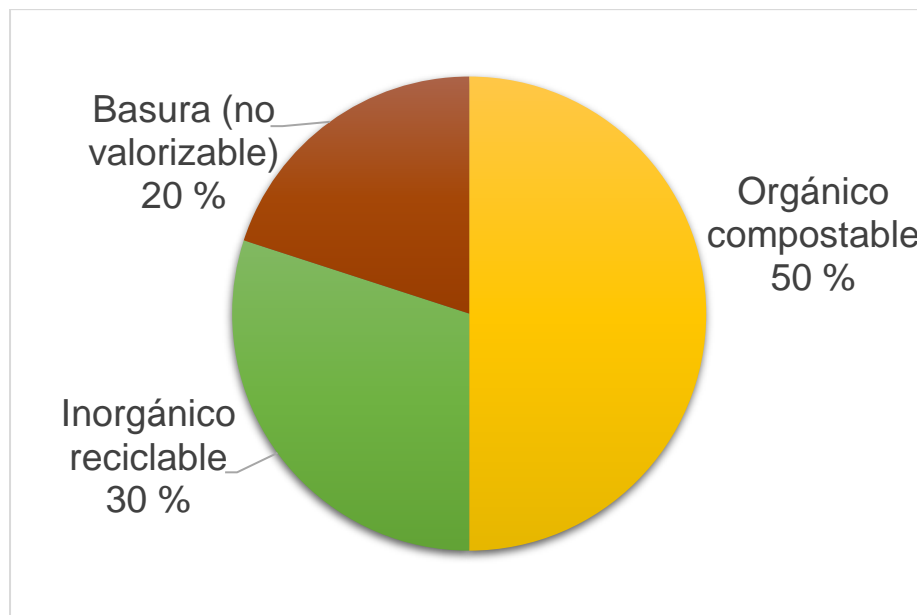


Figura 1.15: Composición típica de los RSD en municipios de Misiones, Argentina. **Fuente:** propia.

Los RSD suelen estar compuestos por orgánicos 50% (en su mayoría), 30% de materiales inorgánicos potencialmente reciclables y lo restante (aproximadamente 20%) es basura, es decir, material residual sin posibilidad de ser valorizado.

Misiones posee 17 departamentos y 78 municipios, donde los municipios pequeños, son los que presentan las mayores dificultades técnicas y logísticas para implementar la GRSU. Posadas, ciudad más grande de la provincia posee la ordenanza (VI-Nº 29/2014) y gestiona la separación en origen, la contenerización y reaprovechamiento, representando un modelo con acciones más avanzadas a nivel municipal. Apóstoles (municipio con alrededor de 50.000 habitantes) implementa recolección diferenciada y campañas de separación, siendo un referente local en materia de GRSD de Misiones, Argentina (Apóstoles.gob.ar).

Oberá, segunda ciudad de Misiones en tamaño, posee eco-puntos y una Estación de Transferencia (ET) de residuos, pero enfrenta resistencia ciudadana a ciertos cambios, por ejemplo, dificultades en la contenerización de residuos en el micro-centro de la ciudad (Oberá Sustentable, 2024).

Otros municipios como Montecarlo, Eldorado e Iguazú disponen de plantas de separación y venta de reciclables, aunque con resultados limitados.

En la micro-región de Oberá, la planta de Villa Svea recibe entre 100 y 140 toneladas diarias provenientes de Oberá y municipios vecinos (Panambí, Florentino Ameghino, Alberdi, Alvear, Guaraní y Los Helechos). Los RSD son reunidos en la ET y trasladados al relleno sanitario de Fachinal por la concesionaria provincial AESA Misiones S.A.

En los últimos años, Misiones ha promovido prácticas sobre Economía Circular (EC), impulsando programas como "Mi escuela recicla, 36 Eco-puntos totales en diferentes municipios y ferias de emprendimientos sostenibles" en el año 2025. Sin embargo, las acciones siguen siendo paliativas y

dispersas, sin una articulación integral entre varios actores, dado que los índices de circularidad¹³ de localidades misioneras reflejan la problemática de gestión de RSD en los municipios periféricos. En el año 2024, las empresas recicladoras como Chiplly y Reciclaje Posadas (desde 1975), comercializaban cantidades importantes de metales, cartón y plásticos en 13 municipios (Dublé, 2024). Lamentablemente, el año 2025 el alcance se volvió limitado y las redes empresariales incipientes por la inestabilidad económica que afrontó el país.

La falta de convenios de cooperación entre municipios, empresas, universidades y organizaciones locales (las “cuatro hélices”) obstaculiza la conformación de una gestión micro-regional integrada, impidiendo que las iniciativas se mantengan en el tiempo, ya que, la inestabilidad financiera provocó la caída del precio de los materiales residuales, reduciendo la viabilidad financiera de los programas de reciclaje a nivel municipal (Frick, 2025; Santacruz et al., 2025).

1.13 Aspectos clave

Los antecedentes muestran que, aunque Misiones posee la legislación provincial (Ley XVI – Nº 89) alineada con los presupuestos mínimos nacionales y la ENGIRSU (2005), no existe un modelo alternativo que articule la gestión de residuos sólidos domiciliarios entre los municipios. Esta carencia se considera crítica, especialmente en los municipios periféricos (de pequeña escala) , cuyas capacidades individuales son insuficientes, dado sus recursos económicos, infraestructura y educación ambiental, pero, que sin embargo, son clave para reducir la cantidad de RSD a depositar en los rellenos sanitarios provinciales (porque es el 69% de los municipios de la provincia son de pequeña escala). Por ello, surge la necesidad de diseñar un modelo alternativo de gestión tal que:

- Fortalezca la cooperación intermunicipal,
- Reduzca costos de traslado y disposición final,
- Promueva redes locales de reciclaje y compostaje,
- Incentive la co-gestión público-privada bajo principios de economía circular,

El caso de municipios periféricos de Misiones refleja los desafíos nacionales de Argentina: avanzar desde un sistema lineal y centralizado hacia una gestión circular mediante la cooperación de actores involucrados, especialmente en territorios con menor capacidad institucional y económica (municipios periféricos).

1.14 Conclusiones parciales

Como resultado de la revisión del “Estado del arte y de la práctica” que sustenta el marco teórico referencial de la investigación, se identifican los elementos para el diseño de un instrumental metodológico alternativo para contribuir con la gestión de los RSD de una micro-región de Misiones, Argentina.

¹³ En https://drive.google.com/file/d/11vSH-waidhDq7hf6DJQhlaerRkv_8p_n/view?usp=sharing se presenta el índice de circularidad elaborado para 12 municipios de la provincia de Misiones, con datos correspondientes al año 2024.

1. La ausencia de una gestión integral de residuos sólidos urbanos (GIRSU) consolidada en municipios con baja densidad poblacional de Misiones, Argentina revela la necesidad de fortalecer la cooperación intermunicipal como vía estratégica para mejorar el sistema, con acuerdos entre uno o más municipios e instrumentos de gestión flexibles y adaptados a las necesidades locales.
2. Existen múltiples iniciativas aisladas para gestionar los RSD, pero se requiere un instrumental metodológico unificado que estructure la planificación y ejecución de programas para un espacio territorial determinado.
3. La revisión bibliográfica evidencia que el enfoque adaptable para diseñar un instrumento que contribuya al desarrollo local, corresponde al modelo de la Cuádruple Hélice, integrando el Estado, la Academia, las Empresas y las Organizaciones Locales, donde la comunidad se hace parte del cambio como una de las patas fundamentales para la transición hacia modelos para los RSD circulares.
4. Las herramientas basadas en la EC y la gestión ágil; mediante objetivos, resultados clave y acciones medidas por indicadores; representan un escenario para el diseño de buenas prácticas en la GRSD.
5. El enfoque de capacidades dinámicas se considera adecuado para estructurar procedimientos que permitan una gestión adaptable especialmente al tratarse de indicadores de gestión como herramienta estratégica.
6. La revisión de la literatura confirma la ausencia de soluciones concretas con integración de actores (4 hélices) y EC para municipios periféricos, lo que justifica el desarrollo de un instrumental destinado a la gestión de residuos para aprovechar ventajas regionales en municipios de Misiones, Argentina.
7. La mayoría de los proyectos en grandes ciudades del mundo, se enfocan en el aprovechamiento de RSD para generar energía. Sin embargo, se detectó la ausencia del estudio del ciclo de vida de materiales utilizados para emplazar las grandes instalaciones que procesan estos residuos.

CAPÍTULO 2: MODELO Y PROCEDIMIENTOS PARA LA GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS EN MUNICIPIOS Y MICRO-REGIONES

Frente a las dificultades presentadas en el CAPÍTULO 1, se propone la cooperación como una “herramienta de gestión de la sociedad”, donde cada uno ofrece algo para la construcción común (Zambroni de Souza et al., 2018) a través de la propuesta - modelo alternativo que representa una contribución científica – para gestionar los RSD en un corte territorial determinado.

En el contexto de esta investigación, el **modelo de gestión** se concibe como una representación simplificada de la realidad que establece pautas y directrices conformadas por un conjunto de herramientas para administrar una organización orientada a gestionar los RSD de una micro-región. Por lo tanto, el modelo se traduce en acciones concretas y herramientas para organizar, planificar, ejecutar y controlar los procesos y cumplir con los objetivos establecidos en los planes de acción del proyecto (Hernández Escobar, 2013; Navarro Arvizu, 2014; Ortiz Cumbe, 2017).

El instrumental metodológico está diseñado para contribuir con la **Gestión de los Residuos Sólidos Domiciliarios en Municipios y Micro-regiones, denominado “GiRSDoMM”**. Constituye un modelo alternativo a los existentes que busca planificar, ejecutar y controlar planes de acción para la Gestión de Residuos Sólidos Domiciliarios (GiRSD), desde el punto de vista estratégico, táctico y operativo¹⁴ con el fin de gestionarlos en una micro-región mediante una red de cooperación conformada por la unión de actores clave.

Su aporte diferencial radica en el trabajo articulado en red de actores, optimizando recursos y reduciendo la cantidad de RSD destinados a los rellenos sanitarios, con una orientación que combina la planificación participativa y la cooperación de actores clave para lograr planes gestores. Por lo tanto, **GiRSDoMM** es una propuesta de solución al problema científico identificado, cuyo objetivo es mejorar la gestión de los RSD en municipios y micro-regiones desfavorecidas como son los de la provincia de Misiones, Argentina.

GiRSDoMM está compuesto por un modelo conceptual (que se presenta en la Figura 2.1) cuyos componentes se explicarán a continuación y que luego, se despliega en un procedimiento general y sus específicos asociados, los cuales permiten su aplicación práctica.

¹⁴ En general, un plan estratégico posee una duración de 1-5 años, mientras que el táctico tiene un alcance de meses hasta un año y el operativo de días a algunos meses (Arciénaga Morales et.al,2024).

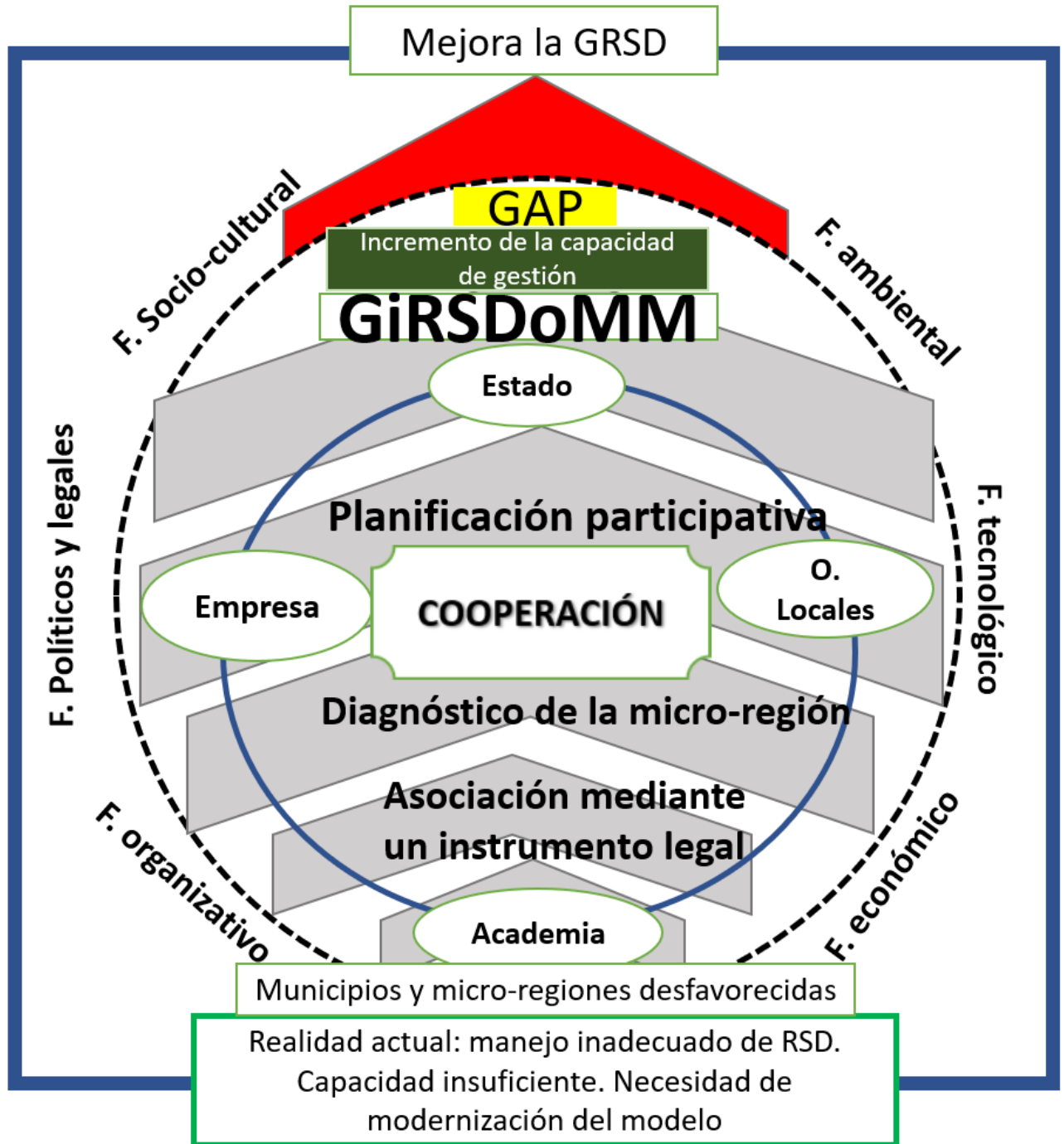


Figura 2.1: Modelo conceptual GiRSDoMM. Fuente: elaboración propia.

Para cubrir la brecha existente (entre el problema y la solución propuesta) el modelo se compone de mecanismos especialmente diseñados, cuya implementación dependerá de factores del entorno (Kotler y Keller, 2012; Arciénaga Morales et al., 2024.), los cuales se detallan a continuación:

-Factores ambientales: relacionados directamente con la Logística Verde (LV), también llamado “factor ecológico”. Están ligados a tecnologías verdes como así también a los procesos propios del medio ambiente, elementos y atributos presentes en una determinada región, asociados al grado de impacto que se produce en el agua, suelo, aire y en los seres vivos.

-Factores tecnológicos: enfocados en los avances científicos y tecnológicos, lo que ellos aportan y producen, formado por el conjunto de instrumentos y procedimientos tanto estratégicos (softwares, filosofías, técnicas) como propiamente industriales (prácticas operativas, instrumentos, máquinas).

-Factores económicos: son aquellos que pueden aportar u obstaculizan el logro de los objetivos, así como también la rentabilidad, estructura de costos, acceso a subsidios, política fiscal y monetaria, nivel de desempleo, inversión extranjera, tipo de cambio, tasa de crecimiento de la economía y carencia típicas de las regiones periféricas donde las decisiones que se toman sobre las mismas la realizan agentes en eslabones de la cadena de valor. También la Economía Circular (EC) y otras tendencias actuales (productores, fabricantes, intermediarios, comercio minorista), que muchas veces no están en el mismo territorio (Riofrío Román, 2017).

-Factores organizativos: son los que facilitan el funcionamiento de las organizaciones, pueden ser internos y/o externos. Se asocian a la utilización de buenas prácticas tanto productivas como las del área de administración: la formación y capacitación de la fuerza de trabajo (de las Empresas y del territorio) y a la planificación (a nivel estratégico, táctico y operativo) como así también a la logística (relaciones con proveedores, emprendedores, clientes y otros actores locales).

-Factores políticos y legales: en políticos se incluye a los "aspectos relacionados a la participación de los individuos en asuntos públicos con su accionar o la opinión, mientras que los legales derivan en leyes, normas, reglamentos y regulaciones vigentes" (Yasinski, 2022).

En el presente trabajo, entre los **factores políticos**, se puede mencionar a las políticas de apoyo del Estado hacia las Empresas privadas y organizaciones sin fines de lucro, acuerdos interinstitucionales (entre Empresas e instituciones, municipios, departamentos, provincias, países, organizaciones etc.), estabilidad política e institucional. Por otro lado, entre los **factores legales** pueden mencionarse a normas y regulaciones fiscales (impuestos), convenios colectivos de trabajo, aportes a la seguridad social y legislación en general.

-Factores socio-culturales: refiere a las circunstancias culturales, demográficas, educacionales y étnicas de la sociedad del entorno. Esos factores son diferentes y particulares en cada región, con aspectos diferenciados por el poder adquisitivo de las familias, el nivel cultural y educativo de los habitantes, el capital social de las organizaciones y emprendedores, los grupos sociales, étnicos y religiosos existentes, los valores las actitudes y creencias, los conocimientos y el desarrollo científico, cultural y artístico, así como tradiciones, valores y costumbres, tanto de individuos como de grupos sociales.

El modelo conceptual y sus procedimientos asociados tienen que ver con lo **planteado por Carayannis y Campbell (2009) de las "cuatro hélices"** quienes extendieron el modelo de la triple hélice de Etzkowitz y Leydesdorff al incorporar un cuarto actor (la sociedad civil), ya que las innovaciones deben resolver problemas sociales y responder a dificultades reales de las comunidades (McAdam et al., 2018). Por ello, el modelo conceptual desarrollado se compone por la cooperación de los siguientes actores clave:

Estado

Tiene la responsabilidad de proporcionar respaldo financiero y establecer un marco regulatorio para fomentar la conexión entre diversos sectores. A través de políticas públicas e instituciones, el Estado debe concretar inversiones en áreas de educación, salud, infraestructura y servicios, además de implementar regulaciones tecnológicas e innovadoras. Estas medidas tienen como objetivo aumentar la producción de insumos y fortalecer los lazos entre los actores involucrados Afonso et al. (2012); Bajaan (2018); Tapia et al. (2020); Castillo Vergara (2020).

Academia

El actor Academia está representado por instituciones educativas tales como escuelas y colegios secundarios, las universidades, científicos, técnicos y los laboratorios que extienden su trabajo fuera de la universidad y los centros de transferencia de conocimiento por medio de convenios que contribuyen con capacitaciones, pasantías y formaciones de post-grado. Además, por las instituciones educativas que realizan jornadas de capacitación para el público en general con el objetivo de concientizar sobre temas ambientales, como así también llevan adelante talleres de concientización para todos los niveles educativos.

La vinculación por parte de la Academia-sociedad civil y Organizaciones Locales es clave a través de proyectos de extensión e investigación que transmitan conocimiento y capaciten a la comunidad.

Empresas

En el marco de la investigación y la región de análisis (municipios de Misiones, Argentina) en el actor empresa se incluyen a las recicladoras y comercializadoras de RSD de la provincia, quienes mercadean materiales residuales tales como chatarras metálicas, plásticos, papel, cartón, aluminio, vidrio y otros reciclables, sin descartar otras empresas como las prestadoras de servicios, tales como bancos, entidades financieras, concesionarias, encargadas del transporte y tratamiento de residuos.

Organizaciones Locales

Organizaciones Locales (OL) son las comisiones barriales que recolectan residuos a diario, asociaciones y comités para emprendimientos de recicladores, así como ONG que podrían aportar infraestructura y recursos humanos para la investigación y desarrollo de la GIRSU.

Las OL y ONGs que forman parte de la sociedad civil, suelen estar presentes de manera más significativa en las ciudades con densidad poblacional alta, porque volumen generado de RSD en ese espacio territorial es grande y, por ende, hay oportunidad para generar nuevos productos y servicios (Galvão et al., 2017; González, 2019).

La interacción de actores de las Cuatro Hélices mencionadas, contribuye al desarrollo de la EC, mediante la comercialización de RSD y nuevos objetos que lo insertan nuevamente al mercado en bucles circulares (por ejemplo, en la micro-región de estudio en Misiones algunos actores que dan valor ó comercializan materiales residuales son: Plásticos del nordeste, Imbal sustentable, Futuro verde, Lolamor, recicladora SW, Chiply, tiendas *second hand*).

Las actividades que abarca la gestión de residuos reflejan la importancia de las acciones que apunten al fortalecimiento organizacional y al ordenamiento territorial. Sin embargo, esta cooperación entre los actores anteriormente mencionados (Estado, Academia, Empresas, Organizaciones Locales) se suele dar de forma descoordinada, reflejo del problema científico abordado para la solución propuesta: **GiRSDoMM** propone planificación participativa y trabajo colaborativo, donde los actores conforman la red de cooperación mediante un instrumento legal y trabajan en conjunto para aplicar las mejores alternativas de gestión de los RSD en la micro-región.

2.1. Estructura general del modelo de gestión y campo de aplicación

El modelo propuesto tiene como finalidad gestionar los residuos sólidos domiciliarios (RSD) conforme a lo establecido por la Ley Nacional Argentina N° 25.916/2004 y los lineamientos de la Estrategia Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (ENGIRSU).

El herramental metodológico desarrollado, puede ser aplicado a cualquier micro-región conformada por dos o más municipios en cooperación con otros actores locales clave que deseen involucrarse y actuar a través del trabajo colaborativo entre la Academia, el Estado, las Empresas y las Organizaciones Locales con el fin de priorizar actividades para mejorar la gestión de los RSD y cubrir la brecha existente. También puede aplicarse al caso de un solo municipio (que quiera hacerlo trabajando en conjunto con los demás actores de la academia, el estado y de las OL).

La implementación del instrumental, en cuanto a alcance y tiempo, dependerá del tiempo y de los actores y de las organizaciones intervinientes en la red (cooperativas, municipios, Empresas recicladoras, instituciones educativas, organizaciones y comisiones barriales) cuyas decisiones se definirán mediante Mesas de Trabajo Participativas (MTP) entre los integrantes de la red¹⁵.

2.2. Bases para la implementación del instrumental metodológico propuesto

Para implementar el procedimiento metodológico y cooperar entre actores, se deberá cumplir ciertas condiciones de base, las cuales se detallan a continuación:

- **Compromiso real de los actores:** los actores voluntarios que conformen el grupo de trabajo deben asumir un compromiso activo y aportar un capital mínimo, entendido como una contribución económica inicial y recursos operativos necesarios para el funcionamiento de la red de cooperación. Estos actores pueden ser agentes del Estado, la Academia, Organizaciones Locales o Empresas recicladoras. Este requisito es fundamental para garantizar la cooperación y enfrentar los desafíos que puedan surgir durante la implementación del plan. Entre los actores intervinientes debe coexistir la confianza y los actores locales implicados deberán estar de acuerdo con la implementación del procedimiento propuesto, los pasos que este establece y conocer las ventajas que conlleva. Por ello, para formalizar su

¹⁵ En la Figura 2.1 las flechas se dirigen desde la problemática hasta cubrir el gap, porque es el instrumental desarrollado cubre la brecha existente (problema científico) a través del trabajo colaborativo de actores de la Cuádruple Hélice.

compromiso, deberán unirse mediante un acuerdo legal convenido, es decir, un documento firmado en el que se comprometen a formar parte de este proceso de cambio. Este acuerdo garantizará la participación activa de los actores, permitiendo gestionar y compartir objetivos y valores comunes en pos de una gestión de RSD eficaz y sostenible en la micro-región.

- **Estabilidad institucional:** es necesaria para el funcionamiento de las instituciones y organismos del Estado, garantizando la continuidad y eficacia de los planes consensuados, promovidos e integrados entre los actores locales y el Estado independientemente de la gestión de turno. Esta base, es un cimiento fundamental para asegurar que no se produzcan alteraciones bruscas en las reglas y legislaciones que afecten al plan de gestión de RSD y a líneas ya establecidas con el Estado de turno (a nivel municipal, provincial y nacional) para que no deterioren logros parciales alcanzados y/o trunquen los objetivos planificados para el mediano y largo plazo (planes estratégicos y tácticos en la micro-región)
- **Orientación al desarrollo local sostenible:** requiere que el equipo de trabajo mantenga un compromiso continuo y solidario con la evaluación y mejora de procesos, estrategias y resultados, integrando a cualquier individuo o institución que favorezca a los objetivos, sin discriminación de ningún tipo (poder, recursos, ideología, antecedentes, género, raza o intereses) u otro que pueda afectar la participación equitativa y la toma de decisiones. Es por ello que en la micro-región deben estar vigentes políticas de desarrollo sostenible y de EC, impulsadas por los municipios y enfocadas en la prosperidad del territorio provincial. Los elementos previamente mencionados constituyen las bases para la aplicación del instrumental metodológico y permiten inferir en la integración de una red de cooperación, el cual es un proceso de notable complejidad.

2.3. Descripción de las Fases, etapas y pasos del herramental metodológico propuesto

El herramental elaborado está constituido por fases y etapas que se presenta de manera simplificada en la Figura 2.2. y permite la aplicación práctica del modelo de gestión desarrollado.



Figura 2.2: Procedimiento general simplificado para la gestión de los RSD. **Fuente:** elaboración propia.

El modelo involucra a los agentes de cambio (denominados actores clave) para garantizar la viabilidad desde una perspectiva sistémica (según el modelo de la cuádruple hélice I+D+i¹⁶). Es por ello, que el procedimiento y los respectivos pasos que conforman el instrumental metodológico, han sido concebidos y desarrollados teniendo en cuenta que los pobladores de un territorio, en general, son personas con diferentes niveles culturales y con características propias en dependencia del menor o mayor desarrollo socio-económico. Por lo tanto, uno de los objetivos principales de diseño ha sido incorporar métodos y expresiones de cálculo que resulten sencillos, fáciles de comprender y utilizar, además de que conceptualmente puedan estar abiertos a su enriquecimiento sistemático mediante la incorporación de “buenas prácticas de gestión para los RSD” que se deriven de su aplicación progresiva.

Aunque estas fases y etapas se presentan de manera secuencial, en realidad, se llevan a cabo en forma interactiva, con límites difusos y retroalimentaciones, las veces que sea necesario.

2.3.1. Fase 1: Constitución del grupo de trabajo

En la primera fase esquematizada en la Figura 2.3, se busca pasar de la intención a la acción. Para ello, se busca constituir un grupo de trabajo colaborativo. Por lo tanto, se propone una capacitación inicial con carácter de workshop¹⁷ donde se deben reunir a los actores clave, donde se dará a conocer el instrumental metodológico. Asimismo, se propone registrar a los actores interesados del Estado, Academia, Empresa y Organizaciones Locales y conformar la red de cooperación a través de un Instrumento Legal (IL) que ellos firmarán en común acuerdo.

El grupo de trabajo (GT) se define como una red colaborativa integrada por municipios y actores locales. Esta red trabajará de manera articulada para afrontar desafíos comunes y específicos, promoviendo el desarrollo sostenible en la micro-región de la cual, forman parte. A continuación, se detallan las etapas y pasos a seguir.

¹⁶ Considerando que el modelo de la cuádruple hélice integra el conocimiento a través de la investigación, el desarrollo y la innovación.

¹⁷ Se denomina workshop ó taller a un evento de tipo expositivo/formativo diseñado para promover el aprendizaje práctico y el desarrollo de habilidades específicas (GTZ, 1998; Escuela mexicana, 2025) y/o donde se persigue captar potenciales participantes para buscar soluciones a un determinado problema (Da Silva Alcântara Fratta, et al., 2022).

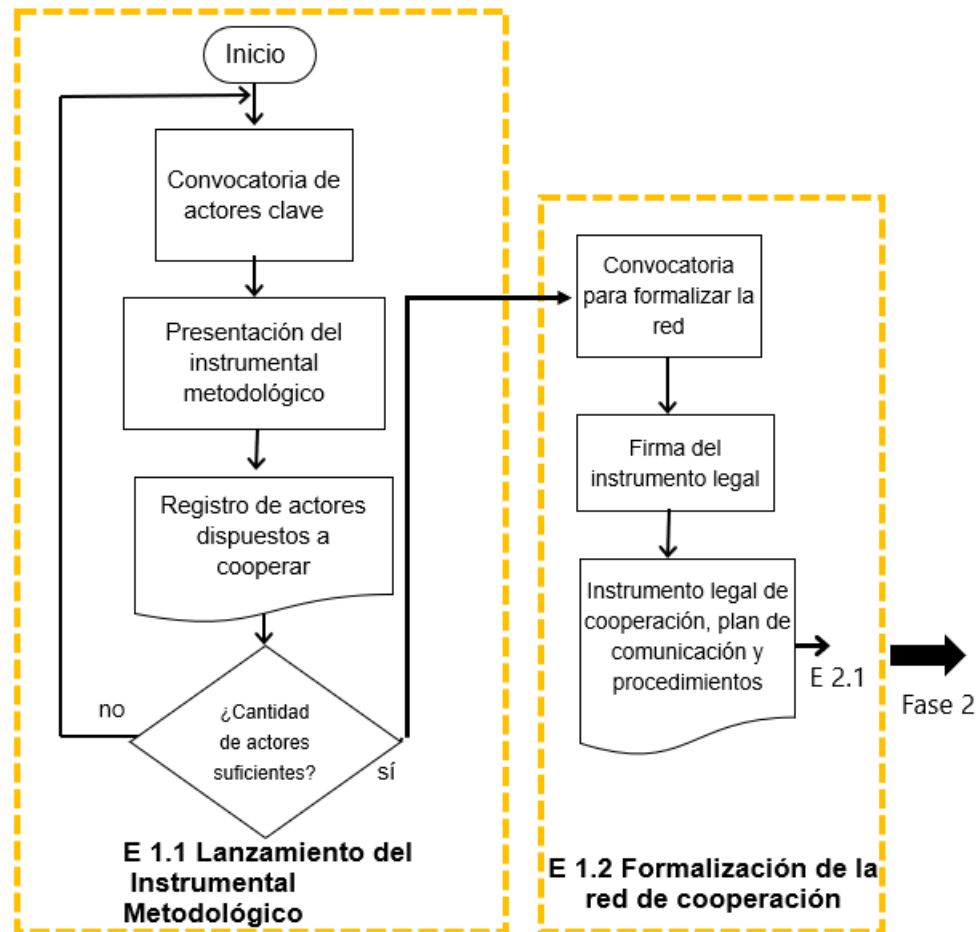


Figura 2.3: Procedimiento específico de la Fase 1: Constitución del grupo de trabajo. **Fuente:** elaboración propia.

Etapa 1.1: Lanzamiento del instrumental metodológico

Para concretar la etapa, se deberán seguir los pasos siguientes:

Paso 1: Convocatoria de actores clave

Para convocar a los actores clave, se propone lanzar la invitación por diversos medios, con el objetivo de convocar a los actores locales a un primer workshop, reunirlos y propiciar un acercamiento entre ellos mediante una sensibilización y capacitación inicial sobre la importancia de aplicación del instrumental metodológico desarrollado para contribuir con la gestión de los RSD de la micro-región presentando sus fases y etapas (Figura 2.2.)

La convocatoria para presentar el instrumental metodológico, podrá ser realizada por cualquier actor de la Cuádruple Hélice (Estado, Academia, Empresa u Organización Local). Sin embargo, no se descarta que la primera reunión sea convocada por más de un actor, o de forma conjunta (más de un actor). Asimismo, se sugiere que la convocatoria lo encabece el Estado (municipio) o la Academia (la universidad), puesto que quien convoca deberá disponer de los recursos destinados para concretar la Etapa 1.1. del instrumental metodológico. Es necesario, que la reunión se concrete bajo las condiciones que establezca/n el/los actor/es convocante/s (lugar de reunión, día, hora, etc.).

Paso 2: Presentación del instrumental metodológico

La propuesta del instrumental metodológico puede ser exhibida de diversas formas, se recomienda el uso de algún tipo de dispositivo para asegurar una comunicación efectiva y visualmente atractiva. El/los actores/es convocante/s de la reunión de sensibilización inicial, deberá/n exponer con claridad las bases, los objetivos estratégicos y las ventajas competitivas que se derivan de la implementación del instrumental metodológico como así también disponibilizar un sitio online (Página web¹⁸) para difundir el GiRSDoMM, sus acciones y avances.

Durante la reunión se presentará el Instrumento Legal (IL) propuesto para asociar a los actores. Los participantes tendrán la oportunidad de revisar, valorar y, en caso necesario, modificar el contenido del IL antes de firmarlo. De esta manera, se busca que cada integrante pueda contar con los elementos necesarios para tomar una decisión informada para la adhesión a la red. Como punto de partida, se elaboró el IL en formato de convenio colaborativo (disponible en: <https://tinyurl.com/2sdvm65n>)

Paso 3: Registro de actores dispuestos a cooperar

Tras la presentación del instrumental metodológico, el actor convocante proporcionará una planilla para que los actores interesados en colaborar en la gestión de residuos de la micro-región se registren. Cada actor interesado deberá designar a un representante y documentarlo en el registro, antes de retirarse de la reunión (ver ANEXO 2.1) Si algún participante no posee potestad de decidir en ese momento, podrá proporcionar la información solicitada posteriormente, en una fecha a convenir.

Antes de avanzar a la siguiente etapa, se recomienda esperar un tiempo prudencial para que otros actores interesados puedan sumarse¹⁹. Este periodo será definido por el/los actores/es convocante/s. En caso de que no se logre reunir el número adecuado de actores clave para constituir el grupo de trabajo (definido por el/los actores convocantes) la convocatoria se repetirá.

Los actores que cumplen con las condiciones base y se encuentran registrados en la planilla formalizarán el acuerdo legal, avanzando a la siguiente etapa.

Etapa 1.2: Formalización de la red de cooperación

Una vez transcurrido el tiempo acordado en el primer encuentro, los actores se reunirán nuevamente para convenir y firmar el instrumento legal. Los representantes de cada actor (previamente registrados y designados) formalizarán la red de cooperación. En esta etapa se sugiere que participen la mayor cantidad de actores, los que pueden haber participado de la/s reuniones anteriores, o bien, que han decidido sumarse al Grupo de Trabajo (GT).

Para concretar la Etapa 1.2 se proponen los siguientes pasos:

¹⁸ Link de la página WEB en construcción: <https://sofiawrz.github.io/GIRSDoMM13/>

¹⁹ Considerando que pueden sumarse actores a partir de comentarios de otros.

Paso 1: Convocatoria para formalizar la red

El/los actor/es convocante/s establecerá/n la fecha, hora y el lugar para la reunión. En dicho encuentro, se procederá a revisar y consensuar las cláusulas del IL procurando incorporar las adecuaciones necesarias desde el punto de vista de los actores involucrados, en especial aquellas vinculadas con las legislaciones municipales y/o normativas locales de municipio/s y de la micro-región. Una vez definidas las condiciones y adecuaciones pertinentes, los actores procederán a la firma del instrumental legal convenido. En esta ocasión se solicitará la asistencia del personal responsable designado por cada actor clave participante, así como la presencia de la máxima autoridad institucional o, en su defecto, de su representante legal debidamente acreditado.

Paso 2: Firma del instrumento legal

Los representantes de los actores firmarán el IL ante la autoridad competente, con el compromiso de colaborar en conjunto. Además, es importante destacar que se podrá realizar un convenio marco y dentro del mismo, convenios específicos entre actores. Se podrá optar por la forma de asociación más conveniente, según el ANEXO 2.2 donde se exponen diferentes Instrumentos Legales. En caso de readecuar el convenio, se procederá a realizar los ajustes necesarios para documentar la última versión del mismo.

Paso 3: Registrar y documentar

Una vez que se ha firmado el IL, es fundamental establecer mecanismos de funcionamiento y comunicación del GT. Para ello se sugiere elaborar un manual de procedimientos donde se establezca claramente la función del responsable del GT, su suplente y otros roles que la red considere convenientes. A su vez, se sugiere establecer un plan de comunicación con canales y formas de reunir la información necesaria, según el modelo propuesto en el ANEXO 2.3.

La etapa culmina cuando se documenta el IL firmado y se establece un plan de comunicación. Con ello también se dará por finalizada la Fase 1, donde queda conformado el grupo de trabajo (GT) con su respectivo representante y suplente, acompañado por un plan de comunicación con lineamientos claros y, que se encargarán de coordinar las siguientes etapas y pasos del instrumental metodológico. A continuación, se dará inicio a la fase de diagnóstico y planificación de la GiRSD.

2.3.2. Fase 2: Diagnóstico y planificación de la GiRSD

En esta fase (Figura 2.4) se propone realizar un diagnóstico cuali-cuantitativo de la micro-región, que permitirá identificar y analizar los aspectos territoriales, socioeconómicos, ambientales y legales con el fin de formular objetivos estratégicos. Además, se reunirán los aspectos técnico-operativos, institucionales y de capacidad instalada, así como los aspectos administrativos, sociales y económico-financieros que evidenciarán acciones y/o avances de la micro-región hasta antes de la aplicación del Instrumental metodológico para la gestión de los RSD.

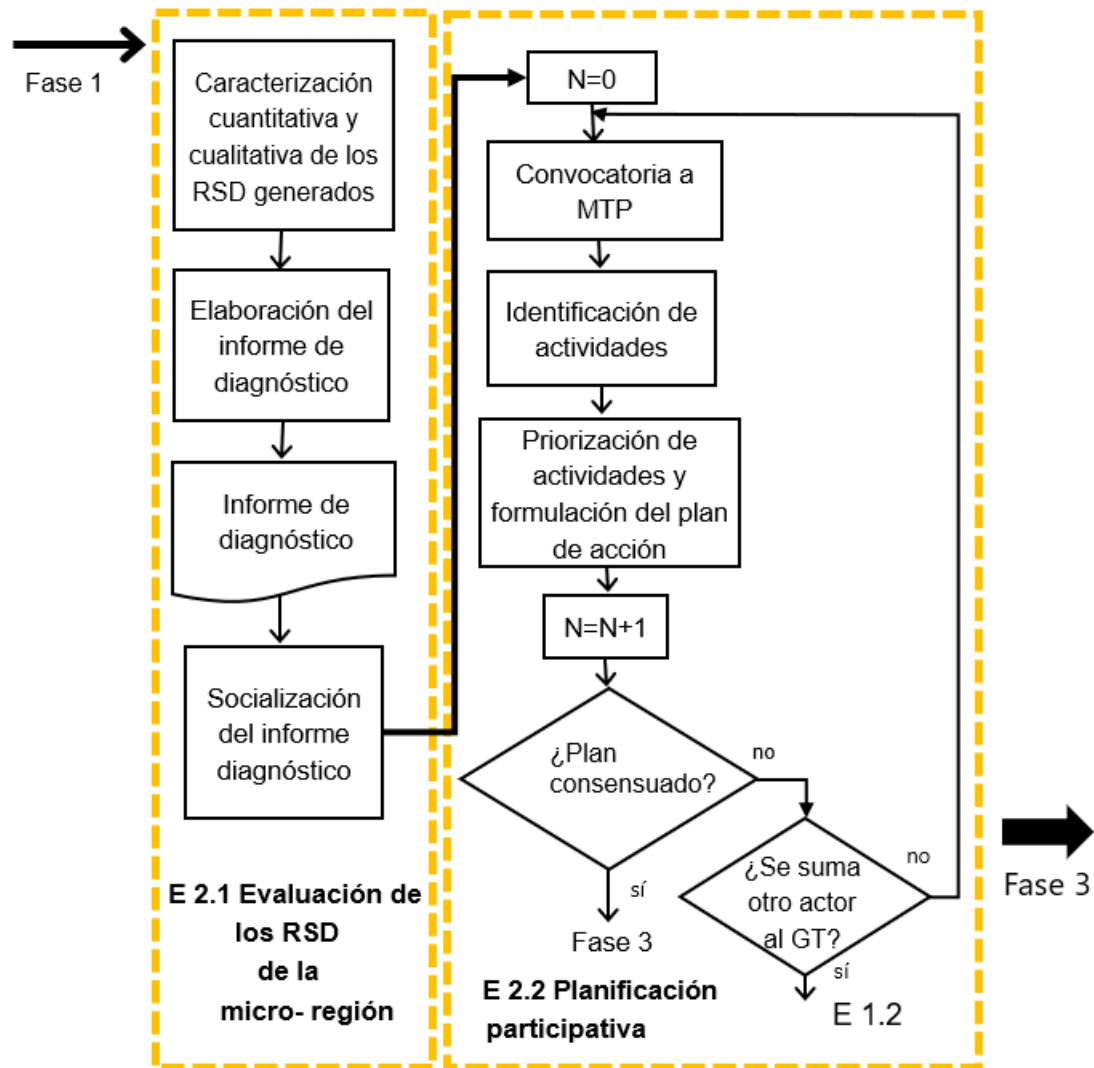


Figura 2.4: Procedimientos específicos de la Fase 2: Diagnóstico y planificación de la GiRSD. **Fuente:** elaboración propia.

Con la información del diagnóstico reunida, se listarán los RSD más problemáticos y se determinará el orden de prioridad para ser atendidos en cada plan de acción adaptado al municipio y la micro-región. Estos planes de acción, se elaborarán en sesiones de planificación participativa a través de las mesas de trabajo necesarias, las cuales se realizarán con los integrantes del GT.

Cabe destacar la importancia de esta fase, ya que sin una evaluación específica y un diagnóstico integral (cuali-cuantitativo), se dificulta la elaboración de un planeamiento estratégico adecuado que permita identificar con precisión las mejoras necesarias para los municipios y la micro-región. Por lo tanto, el uso de las herramientas que se proponen, conforman una alternativa recomendable para orientar la toma de decisiones, facilitando la definición de propuestas y soluciones eficaces en los planes para gestionar los RSD a través de la participación integrada de los actores locales clave que determinarán recursos y acciones a realizar. Para ello, a continuación, se detallan las etapas y los pasos a seguir.

Etapa 2.1: Evaluación de los RSD de la micro-región

Esta etapa ha sido diseñada para la caracterización²⁰ cuali-cuantitativa de los RSD con la finalidad de determinar la composición porcentual de cada residuo generado e identificar el/los problema/s que cada tipo de residuo ocasiona, según la percepción de la sociedad y cantidad de RSD generada en la micro-región analizada (también puede tratarse de un solo municipio que decida trabajar en cooperación con los actores locales clave y aplicar el instrumental metodológico).

La etapa de diagnóstico puede ser realizada por la persona responsable del GT de la red, un especialista en residuos ó por un grupo de personas en conjunto. No obstante, se sugiere optar por un especialista tercerizado, siempre que los recursos disponibles del GT lo permitan.

Para realizar la caracterización cuali-cuantitativa de los RSD de la micro-región se deberán reunir los recursos humanos-financieros y seguir los siguientes pasos:

Paso 1: Caracterización de los residuos de forma cuantitativa

Para determinar de forma cuantitativa la composición de los RSD en el/los municipio/s, se deberá optar por realizar la caracterización mediante alguna de las dos guías propuestas en este paso. Ambas guías adaptadas tienen en cuenta los RSD a partir de muestras²¹ extraídas del camión recolector de RSD, tal como establece la normativa IRAM 29.523:2018²² “Determinación de la composición de residuos sólidos urbanos sin tratamiento previo” (recursos, infraestructura, maquinarias y equipos). En caso de no contar con los requisitos establecidos para concretar el procedimiento reglamentado por la normativa que guía la caracterización de RSU (ver ANEXO 2.4: Condiciones para aplicar la Guía 1), se recomienda utilizar la “Guía 2²³” desarrollada en esta investigación para concretar este paso y obtener los datos requeridos (ANEXO 2.5).

Paso 2: Caracterización de los residuos de forma cualitativa

Este paso tiene como objetivo reunir las percepciones y valoraciones cualitativas de la sociedad sobre los RSD generados, para obtener información suficiente e identificar problemas y oportunidades de la micro-región y cumplimentar con los datos cuantitativos. Para ello, se propone la utilización del Método Focal, como herramienta pertinente y cuya efectividad ha sido comprobada en los trabajos de campo realizados en esta investigación. Para aplicar el MF se deben seguir los siguientes pasos:

²⁰ Según las caracterizaciones in situ realizadas, se determinó que el estudio de residuos a partir del camión recolector arroja información no solamente por tipo y composición porcentual por cada residuo, sino que evidencia el estado de composición de los RSD y la forma en que los generadores lo disponen (mezclados ó en bolsas separadas), que permiten determinar diferentes estrategias para una GIRSU municipal.

²¹ Una muestra es una porción de residuos extraída de la carga de residuos de un vehículo recolector, seleccionada con criterios aleatorios y representativos del total de residuos recolectados en dicho vehículo, para realizar análisis de composición y caracterización de los residuos (IRAM, 2018).

²² En Argentina, se registran estudios con IRAM en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (CABA) según De Luca et al. (2009), para la ciudad de Mendoza (Llamas et al., 2012) y en un municipio de Córdoba (Pettigiani et al., 2013).

²³ La guía se ha desarrollado en base al estudio. Cuyo objetivo ha sido determinar la composición porcentual de los RSD de un municipio periférico de Misiones (Lima, 2024)

Paso 2.1: Conformación de los Grupos Focales

Para llevar a cabo la planificación de los grupos focales (GF), se propone reunir grupos mixtos de actores clave integrados por participantes de cada actor (Estado, Academia, Empresa y Organizaciones Locales) según las sugerencias de la Tabla 2.1.

Tabla 2.1: Resumen de posibles actores para constituir los GF²⁴.

Lista de actores para conformar los segmentos de los Grupos Focales			
Estado	Academia	Empresa	Organizaciones Locales
Mandatarios municipales, secretario de EC o de medio ambiente, Subsecretaría gestora de residuos, saneamiento ambiental, área de obras públicas, coordinadores del servicio de recolección.	Estudiantes, docentes, investigadores y personal académico de los niveles inicial, secundario, terciario y universitario.	Empresas que trabajan con recolección, transporte y reciclado. Emprendimientos que se dedican a la reutilización de materiales residuales.	Centros de reciclaje, operadores de estaciones de transferencia, trabajadores de ecopuntos, cooperativa de recolectores urbanos.

Fuente: elaboración propia²⁵.

Se sugiere conformar los GF con cantidades de participantes por actor/es de forma equilibrada. En caso que así lo deseen, para reunir información cualitativa sobre la situación de los RSD de la micro-región, los actores de la red podrán optar por otro método (En el ANEXO 2.6 se presentan los métodos que podrán utilizarse).

Paso 2.2: Sesión de grupos focales

El objetivo del Método Focal (MF) es abordar la complejidad de la gestión de RSD en una micro-región, considerando aspectos sociales, ambientales y financieros. Para ello, el instrumental propone una serie de preguntas guía, diseñadas específicamente para ser utilizadas en encuentros estructurados, que constituyen las sesiones del MF. Las preguntas están detalladas en el ANEXO 2.7.

El representante del Grupo de Trabajo (GT) será responsable de conducir las sesiones, planificar, moderar y grabar las charlas, como así también registrar la participación de los actores involucrados en cada reunión y documentar. El material recopilado en las conversaciones guiadas, será utilizado para elaborar el informe de diagnóstico siguiendo los pasos que se detallan a continuación.

Paso 3: Elaboración del informe diagnóstico de los RSD presentes en la micro-región

Paso 3.1 Determinar la composición porcentual cuantitativa por residuo

Se calculará la composición porcentual de los distintos tipos de residuos generados. Esto incluye clasificar los residuos según categorías definidas por la Norma IRAM 29.523:2018 y presentar los datos en forma gráfica y tabular.

²⁴ GF seleccionados en base a un estudio realizado en una micro-región de Misiones (Jansat, 2024; Zubzuk, 2024).

²⁵ Las áreas del estado descritas son las que gestionan los residuos en la mayoría de los municipios de Misiones, según el informe elaborado en el año 2024, bajo el convenio colaborativo entre la FI UNaM y la Subsecretaría de cambio climático de Misiones y teniendo en cuenta las encuestas para el Relevamiento de EC a Municipios de Misiones - Periodo 2023.

Paso 3.2: Reunir los aspectos más importantes de cada GF

Se examinarán las respuestas de los diferentes GF para identificar los términos comúnmente utilizados, los aspectos más relevantes y las preocupaciones de cada actor, en relación con cada RSD. También, se deberá comparar y contrastar las respuestas para detectar patrones y comparar las tendencias.

Paso 3.3 Determinar la relevancia de los residuos

En este paso se pretende sintetizar la información de diagnóstico y elaborar un resumen. Para ello, se propone ponderar cada residuo y su impacto según los criterios que se indican en la Tabla 2.2, que permite asignar pesos relativos a cada uno de manera estructurada (1: Sin Relevancia, 3: Relevancia baja, 5: Relevancia moderada, 6: Relevancia Alta, 9: Relevancia crítica) para obtener una valoración (V) final por cada tipo de residuo caracterizado.

Tabla 2.2: Matriz de valoración de residuo.

Tipo de residuo \ Criterio	I: Importancia social (resumen de método focal)	U: Urgencia ecológica (ambiental)	R: Riesgo por toxicidad (ambienta-social)	C: Costo implicado (en función de los kg generados)	$V=I*U*R*C$
Orgánicos (restos de vegetales y animales)					
Plásticos					
Celulósicos					
Sanitarios					
Otros					

Fuente: elaboración propia²⁶.

De acuerdo a la Valoración (V) obtenida por cada tipo de residuo que resulta del producto del peso por cada criterio se obtendrá la relevancia determinada según la Tabla 2.3.

Tabla 2.3: Relevancia de cada residuo según el resultado de la valoración (V).

Valoración "V" por tipo de residuo	Relevancia
$V < \text{Cantidad de criterios} * 1$	Irrelevante
$V \geq \text{Cantidad de Criterios} * 3 \ \& \ V < \text{Cantidad de criterios} * 5$	Moderado
$V \geq \text{Cantidad de criterios} * 5 \ \& \ V < \text{Cantidad de criterios} * 6$	Severo
$V \geq \text{Cantidad de criterios} * 6$	Crítico

Fuente: elaborado a partir de Chucos Palomino (2020).

²⁶ Los tipos de RSD que figuran, son los más representativos en municipios según el Informe de EC de Misiones del año 2024. En ocasiones, estos pueden subdividirse en otras categorías, por ej. Plástico: blanco, transparente, de color, de alta densidad, de baja densidad, entre otros, ya que dependerá directamente de la micro-región analizada, directamente relacionada con el consumo de los habitantes.

En este paso, no se descarta la posibilidad de utilizar algún software, que permita facilitar los cálculos para determinar la relevancia por cada residuo identificado²⁷ en la micro-región o municipio considerado.

Paso 3.4: Cálculo del Índice de Capacidad Organizacional

El índice de capacidad organizacional (ICO) ha sido adaptado para diagnosticar las capacidades del GT, traduciéndolas a un indicador cuantitativo que permite monitorear el progreso de la red de cooperación.

Se calculará al finalizar el diagnóstico y periódicamente para medir el progreso de los planes implementados y de la capacidad organizacional para medir el progreso de la red.

El ICO propuesto está formado por coeficientes relacionados con la gestión de una organización encargada de gestionar RSD y metas de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y al ENGIRSU²⁸ que incluye a los siguientes factores: Recursos Humanos (RH), Recursos Financieros (RF), Infraestructura y Equipamiento (IE), Capacidad de Gestión (CG), Colaboración y Redes (CR), Capacidad de Innovación (CI), Capacidad Circular (CC), Conducta sostenible (CS), Reducción de CO₂ (RCO₂) y Otro/s factor/es según el caso, representados por el coeficiente ξ . Es por ello, que el ICO podrá ser calculado mediante la expresión 2.1 y su valor podrá determinar la capacidad organizacional alcanzada en cada periodo de evaluación²⁹.

$$ICO: \frac{\sum_1^n RH+RF+IE+CG+CR+CI+CC+CS+RCO_2+\xi}{n} \quad (2.1)$$

Para evaluar la ponderación de cada factor del ICO en el ANEXO 2.8: ICO se presentan actividades a tener en cuenta para puntuar individualmente cada uno de los factores que componen al índice.

Una vez determinado el ICO, se establecerá la capacidad organizacional (significado según el valor resultante) del GT en función de la Tabla 2.4.

Tabla 2.4: Escala de valoración para cada factor del ICO.

Valor	Significado
1	Muy baja capacidad
2	Baja capacidad
3	Capacidad moderada
4	Alta capacidad
5	Muy alta capacidad

Fuente: elaboración propia a partir de Videla Arizabaleta, 2004.

²⁷ En la práctica, el equipo de investigación utilizó el software Expert Choice y openLCA para determinar impactos y priorizar residuos que ocasionan la mayoría de los problemas en una micro-región de Misiones (Jansat, 2024).

²⁸ En Argentina se elaboró la Estrategia Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (ENGIRSU), en el año 2005, como eje para llevar a cabo una política pública ambiental, aspirando a que la misma fuese implementada en todo el país, en fases de corto, mediano y largo plazo, dentro de un horizonte temporal establecido en veinte años (2006 – 2025).

²⁹ En ocasiones, el ICO podrá ser auxiliado por sub- indicadores de tipo favorable y no favorable, tales como los propuestos por Besen et al., (2017) para determinar si las acciones fueron alcanzadas adecuadamente.

Según el valor individual de cada factor que compone al ICO, se podrá visualizar e identificar áreas prioritarias de mejora y monitorear el progreso de los planes en el municipio y en la micro-región. Para ello, en el ANEXO 2.13, se listan acciones a tener en cuenta según el valor resultante del ICO.

Paso 4: Socialización del informe diagnóstico

El responsable del GT deberá elaborar, documentar y socializar el informe diagnóstico por el medio más conveniente. Es importante destacar que el informe socializado deberá incluir la información cuali-cuantitativa y el cálculo del ICO junto a conclusiones pertinentes. Se sugiere que el informe refleje información mediante gráficos y tablas.

Luego de un tiempo prudencial, se pasará a la siguiente etapa para elaborar los planes de acción convenientes. En el ANEXO 2.9 se presenta una guía propuesta para elaborar el informe diagnóstico.

Etapa 2.2: Planificación participativa

En esta etapa, los actores se reunirán para consensuar las actividades a llevar a cabo y gestionar el/los residuos más problemáticos del municipio y/o la micro-región, según los resultados del diagnóstico efectuado en la etapa anterior. Se realizarán las reuniones necesarias³⁰ (ver Figura 2.4) mediante las mesas de trabajo participativas (MTP) para concertar el/los planes de acción. En el ANEXO 2.10 se presenta una guía simplificada para el desarrollo de las MTP.

Teniendo en cuenta los datos del diagnóstico (por ejemplo, que alrededor del 50 % de los RSD en municipios de una micro-región de Misiones son orgánicos compostables, cerca de un 30 % reciclables y lo restante es considerado basura ó rechazo cuyo destino es la incineración³¹ o disposición final en rellenos sanitarios³²) se pretende identificar y priorizar alternativas viables (posibles de ser realizadas según los recursos y la legislación Nacional, provincial y propia de los municipios integrantes de la micro-región) efectivas y alcanzables. Para ello, el instrumental metodológico propone pasos que están basados en el Método ZOOP³³: un método de planificación participativa que combina las técnicas de observación, discusión y priorización de problemas y alternativas, para identificar necesidades, comunicarlas y evaluarlas con el objetivo de tomar decisiones colectivas, garantizando soluciones para el futuro de la micro-región, en marco de la gestión sostenible de los RSD. Los principios del Método ZOOP pueden resumirse en los siguientes:

- 1) Consenso entre las partes implicadas sobre objetivos propuestos;
- 2) Ataque a la raíz de los problemas, analizando sus causas y efectos y formulando objetivos alcanzables;
- 3) Participación de las personas, grupos e instituciones implicadas (actores clave).

³⁰ En la Figura 2.4, la variable "N" representa el número de reuniones realizadas para avanzar en el proceso de planificación. Cada vez que se concreta una reunión, N aumenta en 1. Por ejemplo, después de la primera reunión, N tendrá un valor de 1. Si es necesario organizar otra reunión, el contador indicará N=2, y así sucesivamente midiendo cantidad de reuniones.

³¹ La provincia de Misiones prohíbe la incineración de residuos mediante la Ley XVI – Nº 89.

³² Las fuentes que respaldan esta afirmación son <https://oberasustentable.obera.gob.ar/>, Sambiassi et al. (2022); IFAT (2025).

³³ El método ZOOP es un conjunto de técnicas y procedimientos utilizados para orientar la planificación de proyectos y programas nuevos, creado por Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) en 1983.

Para determinar las alternativas y priorizarlas, no se descarta la utilización de otra metodología de acuerdo a las necesidades y preferencias de los actores del GT, algunas de ellas se exponen en el ANEXO 2.6.

A continuación, se detallan los pasos para llevar a cabo la planificación participativa.

Paso 1: Convocatoria a Mesa de Trabajo Participativa (MTP)

El responsable del GT deberá reunir a los actores involucrados para iniciar el proceso de planificación. Lo hará mediante un aviso, de acuerdo al procedimiento de comunicación más adecuado (página web, WhatsApp, e-mail). Se deberán concretar las MTP que sean necesarias para consensuar planes de acción adecuados y pertinentes a la micro-región (tal como se presenta en Figura 2.4, donde $N=N+1$ es un contador que suma la cantidad de reuniones para acordar el/los planes/es de acción según los resultados del diagnóstico).

Paso 2: Identificación de actividades

En la MTP se suministrarán los elementos necesarios (papel, cartulina, ó tableta electrónica) para que cada participante pueda expresar sus opiniones y los inconvenientes respecto al/los residuos más problemáticos con su propuesta/alternativa de solución. El responsable del GT deberá reunir las respuestas y ubicar en una presentación en línea ó pizarra tal como se muestra en la Figura 2.5, realizando el diagrama de afinidades³⁴. El proceso de concertación otorgará confianza y transparencia entre los integrantes del GT.

En las reuniones de planificación de acciones, también podrán participar de manera voluntaria, habitantes de la micro-región, sólo si los mismos han recibido una capacitación previa sobre el objetivo del instrumental metodológico y/o demuestren que formaron parte de actividades y/ó cooperativas de residuos ó son profesionales pertenecientes al área ambiental.

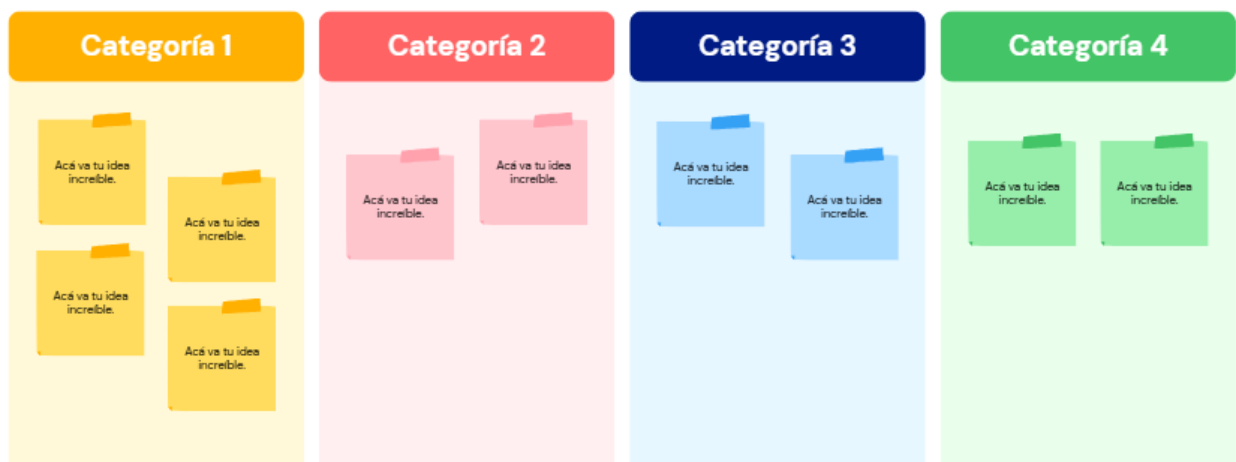


Figura 2.5: Planificación participativa a través del método ZOOOP y el diagrama de afinidades. **Fuente:** Canva

³⁴ El diagrama de afinidades es una herramienta que organiza muchas ideas o datos en grupos según su relación o similitud, permitiendo descubrir patrones o temas comunes. Se utiliza para analizar información cualitativa, especialmente en trabajos participativos o de mejora continua Driesche, et al. (2022). Fue creado por Jiro Kawakita en 1991 y favorece la comprensión colectiva y el consenso de ideas y alternativas.

Paso 3: Priorización de actividades y formulación del plan de acción

Una vez identificadas las actividades y las alternativas de solución (Figura 2.5) el GT procederá a su análisis y priorización, mediante las siguientes acciones:

Discusión y Evaluación: Los actores discuten las alternativas identificadas, evaluando su viabilidad técnica, económica y social.

Priorización: Se utiliza un sistema de consenso o votación para priorizar las alternativas más efectivas y se procede a ordenarlas adecuadamente.

Formulación de la Matriz de Planificación: A partir de las alternativas priorizadas, el GT elaborará de manera participativa, los planes de acción detallados, que incluirán las actividades a realizar, los responsables, los recursos necesarios y un cronograma de ejecución con ayuda de la Tabla 2.5. Se buscará consenso entre los miembros del GT para determinar las acciones y asignaciones de recursos, plazos, indicadores y fuentes de verificación. Éste paso puede estar apoyado por un especialista en gestión de residuos, dependiendo de los recursos que disponga la red.

Tabla 2.5: Matriz de planificación.

Plan de acción					Hitos de control
Objetivo ¿por qué? ¿propósito? ¿qué se quiere alcanzar con él? ¿largo, mediano ó corto plazo?	Resultado clave (RC) ¿qué se va a hacer para alcanzar el/los objetivo/s estratégico/s?	Actividad ¿qué y cómo se desarrollan las actividades para aportar a la concreción del resultado clave? ¿Cuál es prioritaria? PA: Prioridad alta, PM: Prioridad Media, PB: Prioridad baja	Tiempo (mes/semana/días) ¿cuál es la duración estimada de la actividad?	Presupuesto y responsable ¿cuánto es el costo de la actividad que aporta al resultado clave y por ende al objetivo estratégico? ¿quién/es se encarga/n de ello?	Indicadores ¿cómo puede ser medido el logro de los objetivos? Fuentes de verificación ¿dónde es posible encontrar los datos necesarios para evaluar las actividades y el plan?

Fuente: elaborado a partir de Fernández J. M. (1989), Robbins y Coulter (2014), Baca Tavira (2016), Doer, 2018; Meléndez (2018), Da Silva Alcântara Fratta (2022).

Objetivos y resultados clave: para su formulación se recomienda utilizar la guía de objetivos descritos y disponibles en el "Proyecto de Gestión Ambiental en Argentina-Evaluación ambiental y social³⁵", respaldada por los resultados clave y actividades correspondientes. No obstante, se considerarán otros objetivos que puedan surgir durante el proceso de planificación, adaptándose a las necesidades y circunstancias del GT de la micro-región.

Priorización de la actividad y asignación de tiempo, presupuesto y responsable: para definir la priorización de las actividades se sugiere contratar a un especialista, según los recursos disponibles para tal fin. Se propone generar una lista de posibles actividades para la gestión de los RSD,

³⁵ Se trata de una iniciativa nacional en preparación desde el año 2023, destinada a fortalecer las capacidades institucionales para la planificación, el control ambiental y la gestión de residuos en provincias y municipios de Argentina (www.argentina.gob.ar/sites/default/files/p180028-proyecto_de_gestion_ambiental-eays-version_borrador.pdf).

considerando tecnologías disponibles, prácticas innovadoras, y experiencias exitosas en contextos similares para aprovechar las ventajas regionales.

Definición de los hitos de control: en base a los objetivos propuestos, es necesario establecer los indicadores que serán los hitos de control del proyecto para gestionar los residuos en el municipio y en la micro-región, para ello se sugiere tener en cuenta las puntuaciones de cada uno de los factores que conforman al Índice de Capacidad Organizacional detallado en el ICO de ANEXO 2.8. Sin embargo, no se descarta la posibilidad de incluir los indicadores mínimos necesarios, que pueden ser formulados a partir de las preguntas guía que se presentan en la Tabla 2.6, con el objetivo de estructurar el proceso de monitoreo de un plan gestor de RSD (nivel estratégico), sub-planes (nivel táctico) y operativo (acciones diarias y semanales) asegurando que cada aspecto relevante sea medido de manera adecuada.

Tabla 2.6: Cuestionario guía para establecer indicadores.

Preguntas	Ejemplos de posibles respuestas
¿Qué se quiere medir?	Cantidades, tiempos, productividad, eficiencia etc.
¿Con que frecuencia se desea medir?	A diario, semanal, mensual, anual, según la actividad
¿Cómo se relevan los datos?	En planillas impresas y digitales, fotografías, otros.
¿Quién relevará los datos?	El municipio, el dueño del emprendimiento, el facilitador o representante del GT.
¿Qué hacer con los resultados del monitoreo?	Comparar, implementar mejoras, tomar decisiones, ajustar el plan, etc.
¿Refleja el concepto que se quiere conocer/ controlar?	Sí, asegura que se está midiendo lo relevante y necesario. Se debe mejorar e incluir en otra etapa, etc.
¿Para que serviría medir esto?	Para evaluar el desempeño, identificar áreas de mejora, ajustar estrategias, etc.
¿Cómo se va a medir?	Estableciendo criterios claros y consistentes de recolección de datos. A través de registros, planillas en línea, otros.

Fuente: adaptado de Yasinski (2022).

Los resultados esperados de la planificación participativa son:

- Lista de alternativas ordenadas para la gestión de los RSD de la micro-región, evaluadas y priorizadas en uno o más planes de acción.
- Consenso de los actores clave para la implementación del/los planes/es con sus respectivas actividades.

Cada plan de acción elaborado para el largo, mediano y corto plazo, deberá ser documentado en una planilla de registro o matriz de planificación (Tabla 2.5). En este registro, se listarán las asignaciones de las actividades como base para las etapas posteriores. Las actividades e indicadores de los planes de acción, deberán ser ordenadas de manera que orienten la identificación de medidas y acciones para el logro de los objetivos propuestos.

Cada plan de acción resultante de las MTP, deberá ser consensuado y ajustado por el GT, adecuado a las actividades y al caso específico (municipio/s y micro-región considerada³⁶).

Las adecuaciones de los planes de acción conllevan al éxito en su aplicación, por lo tanto, el instrumental contempla mecanismos para hacer los ajustes necesarios.

Mediante las MTP se pretende conducir a la reflexión conjunta del GT, para llegar a las metas propuestas, mediante la comunicación y la cooperación entre todos los participantes. La fase finaliza, cuando se completa la matriz de planificación (ANEXO 2.11) y con ello se concretan los planes de acción, según las necesidades, recursos y capacidades de la red de cooperación y del espacio territorial.

2.3.3. Fase 3: Ejecución y control

En la Fase 2 se realizó el diagnóstico y la planificación de las actividades, adecuándolas a la capacidad organizacional del GT del momento, estableciendo los objetivos estratégicos y los planes de acción con sus respectivas actividades para el mediano y corto plazo.

La ejecución de actividades y el cumplimiento de plazos podrían verse afectados por factores dinámicos, como la incorporación de nuevos actores, la asignación de recursos adicionales o circunstancias imprevistas. Esto requerirá una readecuación de los planes de acción y sus respectivas acciones. Por lo tanto, para gestionar estos desafíos, se incorporan mecanismos inteligentes de control y ajustes, teniendo en cuenta aspectos de la metodología ágil basada en un enfoque de ejecución, integración y control de actividades al mismo tiempo. Incluye la capacitación de los integrantes del GT en el "pensamiento ágil" (Schwaber et al., 2001), que permite brindar herramientas dinámicas útiles para adaptarse a los cambios necesarios en el proceso de ejecución tales como trabajar en entornos virtuales³⁷. De esta manera, se minimizan tiempos, se optimizan recursos y se aprovechan conocimientos previos, respondiendo eficazmente a entornos cambiantes. Es así como la Fase 3 combina la ejecución y el control de actividades mediante ciclos iterativos que monitorean y registran el progreso en la ejecución de los planes de acción, y de la red de cooperación, en base a indicadores de actividades, resultados clave y el Índice de Progreso del Proyecto (IPP), que surge a partir de cálculos periódicos del ICO de la red de cooperación. Estos indicadores se alinean con estándares según la normativa ISO 9004, que proporciona directrices para lograr el éxito sostenido de una organización. Asimismo, esta fase incluye pasos específicos para evaluar los resultados y ajustar las acciones mediante el análisis de dificultades y aplicación de las medidas correctivas necesarias.

³⁶ En este contexto, la micro-región estará conformada por actores clave, incluyendo municipios, Empresas recicladoras, instituciones y otros actores locales que cumplen con las condiciones base. Su alcance trasciende los límites territoriales, articulados por el propósito de gestionar los residuos sólidos domiciliarios.

³⁷ Un entorno virtual amigable para el GT puede ser la aplicación "Miro" (una plataforma colaborativa en línea que permite a equipos trabajar juntos en tiempo real sobre un pizarrón digital), el cual ya se utilizó para planear acciones en otra micro-región para fines similares, según detalla Fratta (2022). Además, existen otras herramientas interactivas tales como Asana y Canva.

Una vez que se han reunido los recursos necesarios planeados en la fase anterior (2), se inicia la ejecución de las actividades planificadas (en base a la matriz de planificación) mediante las etapas y pasos que se describen a continuación.

Etapa 3.1: Implementación de planes de acción

La etapa que se describe a continuación está enfocada en la ejecución y adecuación de los planes de acción consensuados en la Fase 2. Se realiza la implementación dinámica de actividades con ajustes continuos basados en los recursos y necesidades detectadas, utilizando herramientas de planificación y la participación de actores clave para garantizar el cumplimiento de los objetivos estratégicos propuestos en la etapa de planificación.

La Figura 2.6 presenta una descripción simplificada de la Etapa 3.1.

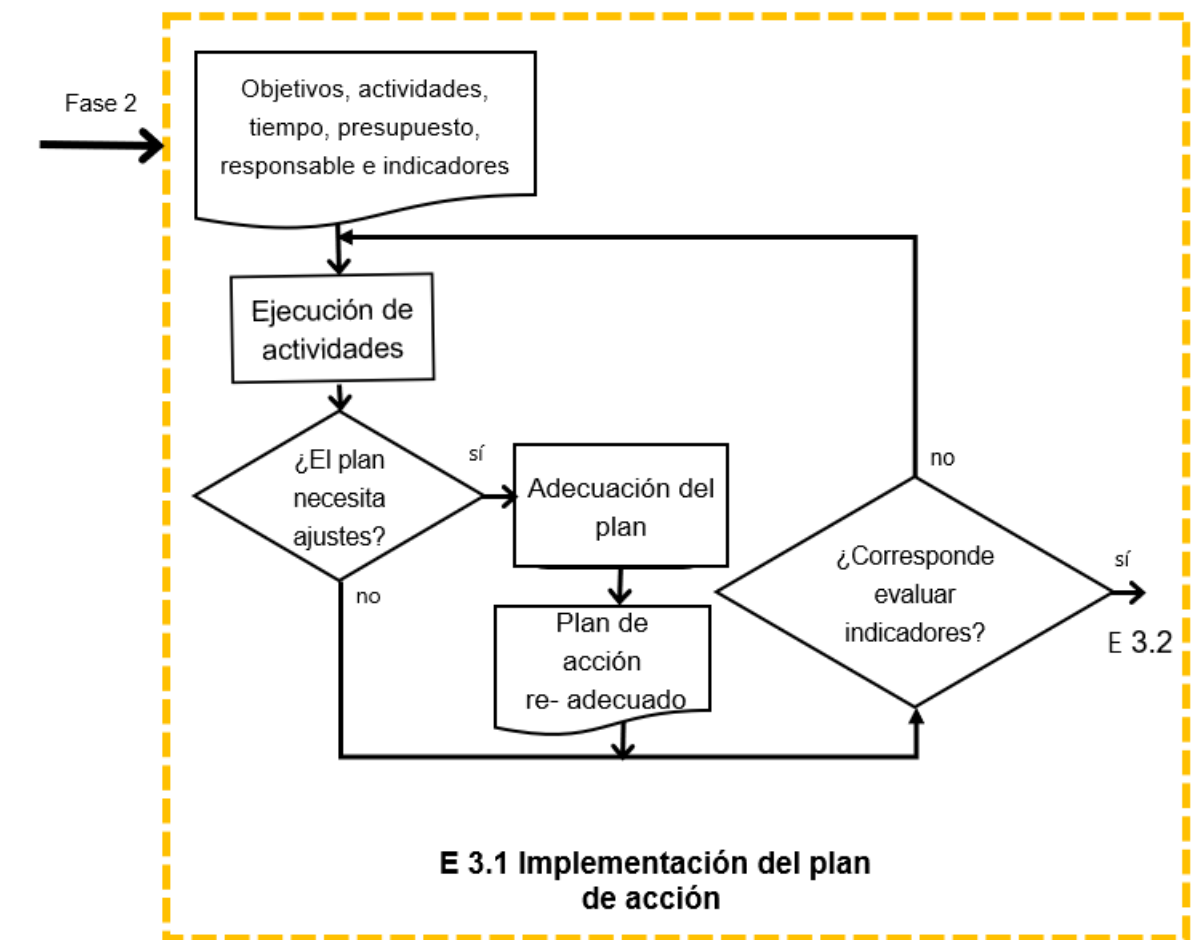


Figura 2.6: Etapa 3.1: Implementación del plan de acción. **Fuente:** elaboración propia.

Paso 1: Ejecución de actividades

A partir del documento conformado (Matriz de planificación) se tendrá cada plan de acción (de largo, mediano y corto plazo). Considerando los recursos disponibles y las actividades planificadas, se ejecutarán conforme a la planificación consensuada por el GT.

Para facilitar la visualización de cada plan y su avance, se propone presentarlo en forma de matriz de planificación (según el modelo en ANEXO 2.11) o utilizando una herramienta versátil tal como una aplicación en línea para gestión de proyectos (Miro, Mural, Trello, Asana, Padlet, entre otros), ya que

los elementos de la matriz podrán sufrir modificaciones ante cualquier circunstancia que demande cambio o re-ajustes en los planes, y estas modificaciones deben estar visibles para todos los integrantes de la red.

Paso 2: Adecuación del plan

Las actividades de implementación de las acciones planeadas, pueden no ser necesariamente consecutivas y, en ocasiones requerir adecuación del plan de acción, como parte de un proceso de mejora continua.

Para articular adecuadamente los objetivos estratégicos, resultados clave, actividades, tiempo, presupuesto e indicadores, se propone incorporar especialistas en las áreas específicas requeridas para la ejecución de los planes de acción.

Se presenta una propuesta de lineamientos en el ANEXO 2.14. que tiene en cuenta las actividades principales de gestión de RSD en un municipio o micro-región.

En la adecuación de los planes de acción, se pueden incluir mesas de trabajo con capacitadores, gestores gubernamentales, técnicos, representantes de organizaciones sociales no gubernamentales, emprendedores, empresarios, transportistas, docentes, investigadores y dirigentes relacionados con la cadena de gestión de RSD.

El instrumental metodológico destaca la importancia de la información y capacitación del GT en cada etapa de implementación de un plan. Por ello, se llevarán registros detallados de las actividades cumplidas, las pendientes y en caso necesario, se organizarán capacitaciones con la colaboración de entidades externas para los fines necesarios.

Cada actividad concretada, junto con sus elementos correspondientes, será registrada en el tablero de la Matriz de Planificación (MP). Asimismo, dicha matriz permitirá incorporar actividades y actores al GT.

En caso que se concrete la incorporación de nuevos actores al Grupo de Trabajo y el plan en ejecución exija la readecuación - incluyendo la evaluación de capacidades actuales, la estimación de nuevas necesidades, la actualización del horizonte temporal, y de la matriz de planificación - se deberá consensuar planes adaptados a través de la planificación participativa regresando a la Fase 2 Etapa 2.2. del Instrumental metodológico. En caso que corresponda verificar indicadores, se continuará con la Etapa 3.2.

Etapa 3.2: Seguimiento y control de actividades planificadas

Esta etapa busca recolectar información para retroalimentar con datos a los hitos de control planeados en la Fase 2, ya que ellos son encargados de indicar el avance de cada plan de acción y con ello determinar si la implementación se cumple adecuadamente.

Para revisar y verificar la implementación del/los planes/es para la GiRSD, se tomará en cuenta la concreción de las actividades y con ello el logro de resultados clave a partir de una lista de chequeo (check list) mediante dos indicadores generales: el Indicador de Concreción de Actividades (ICA) y el indicador de Resultados Clave (ICR) según lo expuesto en la Figura 2.7.

Se sugiere que la supervisión de esta etapa la lleve adelante un especialista ó externo al GT preferentemente, si los recursos así lo permiten. La etapa contempla los pasos que se describen a continuación, teniendo en cuenta el Control de Actividades mediante el ICA³⁸ y el control de Resultados Clave mediante el ICR.

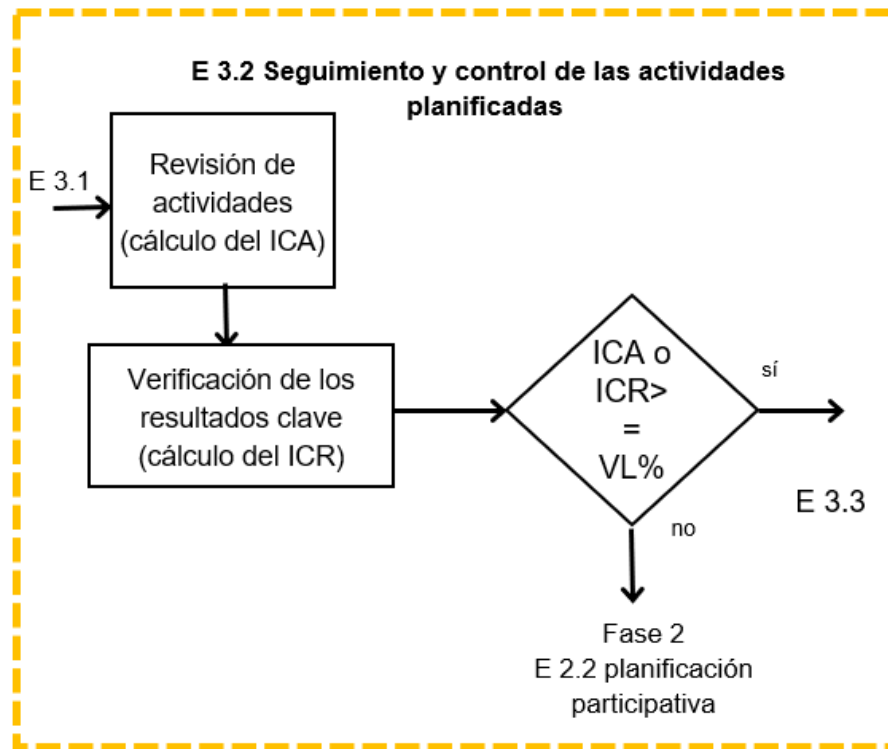


Figura 2.7: Descripción simplificada de la Etapa 3.2: Seguimiento y control de actividades planificadas. **Fuente:** elaboración propia.

Paso 1: Revisión de actividades (cálculo del ICA)

El responsable del GT realizará el seguimiento y control de las actividades, verificando el cumplimiento de las actividades en los tiempos planificados. Para este paso, se propone utilizar un registro de tareas, que facilite el seguimiento de cada actividad. En caso que una actividad presente desvíos, deberá ser reasignada según lo detallado en el ANEXO 2.12. Este listado mostrará las acciones realizadas y aquellas que se han retrasado por algún motivo, pudiendo concretar re asignaciones para continuar con la implementación de los planes de acción.

A partir de la revisión, se registra y obtiene la concreción de actividades diaria, semanal, mensual o la estipulada según el periodo conveniente, determinados por el GT.

La información recolectada, permitirá monitorear el cumplimiento de cada plan, y permitirá revisar el avance en función de las tareas completadas. Para ello, se propone utilizar como referencia el Índice de Concreción de Actividades (ICA) a calcularse según la expresión (2.2).

³⁸ En un planeamiento estratégico las actividades responden a ¿qué se va a hacer?, mientras que los resultados claves a ¿qué se logró con la actividad? (Doerr, 2019)

$$ICA \% = \frac{\text{cantidad de actividades planeadas}}{\text{cantidad de actividades concretadas}} \times 100 \quad (2.2)$$

Este índice evidenciará el porcentaje de las tareas cumplidas respecto a las tareas que fueron planificadas para el periodo comprendido para el análisis. En función de su valor, se tomarán las medidas necesarias para su adecuada evolución.

Paso 2: Verificación de resultados clave

En este paso, se calcula el índice IRCn³⁹ mediante la expresión (2.3) que arroja el porcentaje de actividades completadas para cada Resultado Clave (RC) de la Fase 2. Para ello, se propone reunir la información de avance de actividades completadas y retrasadas en forma tabular (Tabla 2.7), donde es necesario revisar los objetivos y los resultados clave de la matriz de planificación del plan de acción y listarlos (Fase 2: Etapa 2.2).

Tabla 2.7: Seguimiento y control de la implementación del plan propuesto en base a los objetivos.

Resultados clave	Actividades Completadas	Actividades Retrasadas	Logrado: sí/no	Observaciones ⁴⁰
<i>Ejemplo R1: alcanzar la recolección diferenciada en 30% para el próximo mes</i>	1. Planificación de casas 2. Limpieza de camiones	3. Sensibilización de vecinos 4. Plan de monitoreo 5. Capacitación de recolectores	NO	Falta el 60% de las actividades
R2	...			
Rn				
...				

Fuente: elaboración propia.

$$IRCn\% = \frac{\text{cantidad de actividades completadas para el RCn}}{\text{cantidad de actividades totales para el RCn}} \times 100 \quad (2.3)$$

El GT deberá establecer un Valor umbral ó Límite (VL) que en principio y de manera provisional se sugiere adoptar entre 60-70 %, valor de referencia que podrá ser ajustado de forma progresiva en función de la experiencia de aplicación.

Según el valor del ICA y del IRC se proponen las siguientes acciones:

- ICA o ICR < VL%: el GT deberá evaluar la posibilidad de ajustar el plan, regresando a una planificación participativa (Fase 2: Etapa 2.2).

³⁹ IRCn: se denomina al Índice de Resultados Clave, siendo n el número de resultados clave del respectivo plan de acción. Cada RC está conformado por actividades o acciones para lograr el "resultado".

⁴⁰ En observaciones se puede fundamentar con evidencia qué ha ocasionado que ése RC no se logró concretar.

- ICA o IRC \geq VL%: se pasa a la siguiente etapa (Fase 3: Etapa 3.3).

Etapa 3.3: Auditoría organizacional

Esta etapa permite evaluar el avance del plan de acción y las capacidades organizacionales de forma general, antes y después de la implementación de actividades en la micro-región y gestionar las medidas correctivas necesarias.

Los pasos establecidos a continuación se alinean con la Norma ISO 9004:2018⁴¹, que persigue la innovación, la gestión del cambio y la sostenibilidad en la organización. La aplicación del mecanismo de auditar, promueve el éxito sostenido del GT a través de un enfoque basado en el ciclo de la mejora continua (establecer, documentar, implementar, mejorar) con realimentaciones necesarias tal como se observa en la Figura 2.8.

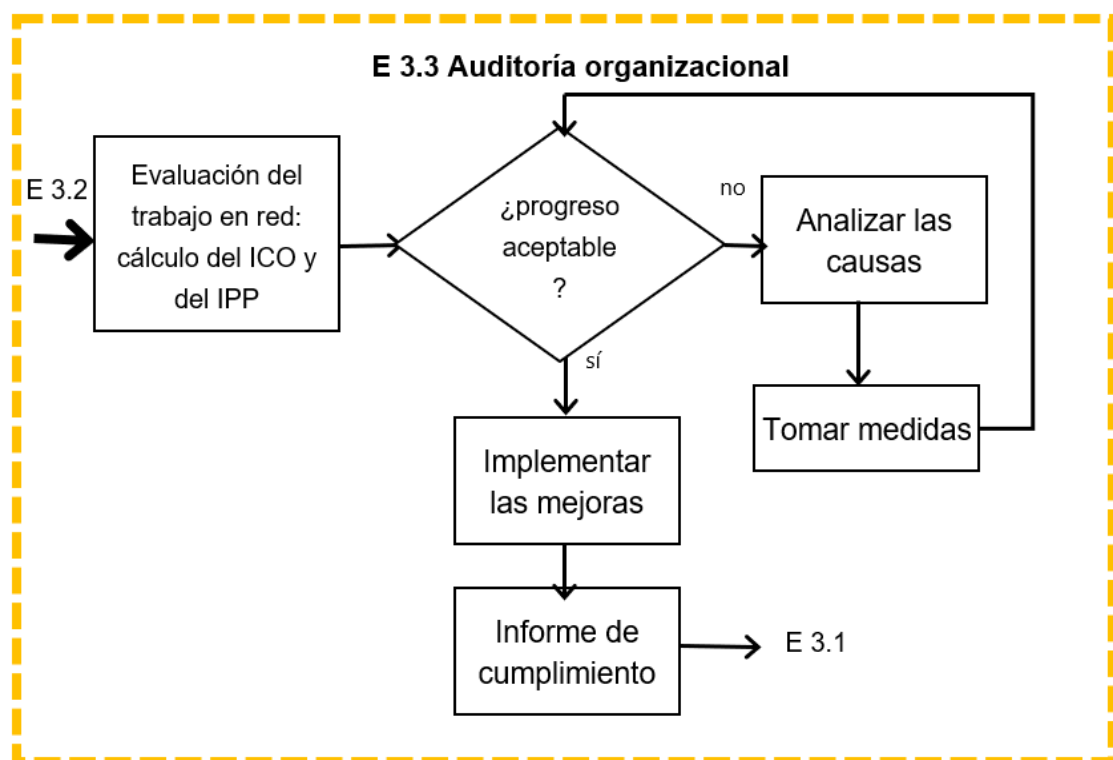


Figura 2.8: Descripción simplificada de la Etapa 3.3: Auditoría organizacional. **Fuente:** elaboración propia.

Paso 1: Evaluación del trabajo en red

Para evaluar el trabajo en red, se deberá calcular de forma periódica el Índice de Capacidad Organizacional (ICO), según la guía de cálculo desarrollada en el ANEXO 2.8, y comparar con el valor el previamente calculado en la Fase 2. Para ello, se recomienda registrar los valores de ICO calculados. Se propone la Tabla 2.8 acompañado de la fecha de realización de cálculo del ICO

⁴¹ Es una guía para saber cómo lograr la mejora continua y como promover la autoevaluación para que las organizaciones identifiquen áreas de fortaleza y debilidad, así como oportunidades para mejorar e innovar.

correspondiente, el nombre del responsable del cálculo y cualquier dato que resulte importante registrar.

Tabla 2.8: Registro para cálculo del ICO.

n	Valor del ICO	Fecha de cálculo	Firma y aclaración del responsable del cálculo	Observaciones
1				
2				
...				

Fuente: elaboración propia.

El documento con los valores del ICO registrados, se utilizará para evaluar la diferencia con valores previamente calculados, y con ello determinar el progreso del proyecto, a través del paso que se detalla.

Paso 2: Determinación del progreso del proyecto

El Índice de Capacidad Organizacional permite evaluar los factores de la red de cooperación mediante la utilización de una planilla presentada en el ANEXO 2.8: ICO. En caso que se detecten aspectos del ICO no aceptables por el GT, se deberá analizar la situación y tomar las medidas correctivas necesarias para mejorar los planes de acción.

Se propone utilizar como referencia los valores de intervalos de la Tabla 2.9, para determinar la capacidad del GT y determinar si el ICO es aceptable.

Tabla 2.9: Escala de evaluación propuesta para el ICO.

Valor del ICO	Significado	¿Aceptable?
≤ 1	Muy baja capacidad, se debe mejorar	No
> 1 y ≤ 2	Baja capacidad, se debe mejorar	No
> 2 y ≤ 3	Capacidad moderada, se debe mejorar	No
> 3 y ≤ 4	Alta capacidad, la gestión es adecuada con posibilidades de mejora	Sí
> 4	Muy alta capacidad, la gestión se considera excelente	Sí

Fuente: elaboración propia.

En caso de que el ICO sea aceptable, y a los efectos de comparar las capacidades organizacionales antes y después de implementado el procedimiento general propuesto, se comparan los índices (n y n-1). La diferencia y el cociente de la expresión 2.4, constituye un Indicador del Progreso del Proyecto (IPP) en los periodos evaluados. Es importante tener en cuenta el valor inicial antes de aplicar el instrumental metodológico, ya que la diferencia determinará si la capacidad del GT aumentó.

$$IPP: \frac{ICO_n - ICO(n-1)}{ICO_n} * 100 \quad (2.4)$$

IPP = 0 %: No se observa cambios en el progreso del proyecto en el periodo evaluado.

IPP > 0 %: El proyecto avanzó en el progreso en un X % en el periodo evaluado.

IPP < 0 %: El proyecto ha retrocedido en el progreso en un X % en el periodo evaluado.

Luego de calculado el IPP y si los valores son aceptables, el responsable del GT deberá sugerir las mejoras necesarias (puede realizar con soporte de un especialista, en caso de que los recursos lo permitan) y deberá elaborar un informe a modo de informar la auditoría y el cumplimiento del progreso, donde se detallará según la Tabla 2.10 los objetivos alcanzados en función de los propuestos como así también, los que aún están pendientes, las dificultades presentadas y cómo se solucionaron. Dicho resumen será comunicado a los actores que forman parte de la red de cooperación a través de algún medio acordado para hacerlo.

Tabla 2.10: Resumen de cumplimiento.

Objetivos alcanzados:
Objetivos pendientes:
Dificultades presentadas: ¿Cómo solucionaron? ¿Cuáles fueron los resultados?
Propuestas de mejoras: ¿Qué procesos se deben mejorar o ajustar y por qué?
Otros aspectos a tener en cuenta:
Observaciones:

Fuente: elaboración propia.

Tras evaluar el IPP, obtener un valor aceptable y aplicar las medidas correctivas se podrá continuar con la ejecución del plan de acción.

En caso que el progreso (IPP) no sea aceptable se deberá analizar las causas y tomar las medidas adecuadas correspondientes.

Paso 3: Análisis de causas

Para identificar las acciones clave de la problemática, se propone identificar cuáles son las causas posibles que originaron dichas desviaciones mediante el diagrama causa-efecto⁴² u otro método que se considere adecuado, y en consecuencia establecer soluciones alternativas que permitan eliminar o, al menos, reducir las causas que han producido un valor del IPP no aceptable. Para ello, se presenta una lista de acciones en el ANEXO 2.13. que pretenden reforzar los planes de acción según el ICO y cada factor asociado a él.

Paso 4: Implementación de mejoras

⁴² El diagrama causa efecto, también conocido como diagrama de Ishikawa o espina de pescado (por la forma de presentar la información), es aquel que permite visualizar varios elementos (causas) de un problema y las sub-causas unidas a él, para anticipar las consecuencias a través de un análisis de causa-efecto. Es una herramienta efectiva para estudiar procesos y para desarrollar un plan de recolección de datos de fallas y sus respectivas causas (Gutiérrez Pulido y De la Vara, 2019).

En base al análisis de causa y efecto, se completará la Tabla 2.11, la cual está diseñada siguiendo los componentes de la matriz de planificación que conforma el plan de acción elaborado en la Fase 2. Esta tabla puede ser auxiliada por información adicional tal como la “Autoevaluación de elementos” de ISO 9004:2018⁴³ (pág. 31-60). Una vez formulado el plan de mejora, se implementarán las acciones correctivas, lo que permitirá continuar la ejecución de las actividades, para alcanzar las metas y objetivos propuestos.

Tabla 2.11: Esquema adaptado para el plan de mejora.

Nº	Causa/ Efecto	Objetivo	Resultado clave	Acciones	Recursos físicos	Recursos financieros	Recursos humanos	Otro (especificar)	Cronograma		Evidencia, Indicador o Registro
									Inicio	Fin	
1											
2											
3											
...											

Fuente: elaboración propia.

Según lo expuesto, el instrumental metodológico contiene mecanismos que contribuyen a garantizar la continuidad del plan de acción, permitiendo que todas las actividades sean monitoreadas y ajustadas según el caso.

2.4. Conclusiones parciales

1. El modelo alternativo propuesto, representa una contribución a la gestión de RSD y ofrece flexibilidad y escalabilidad, permitiendo que los municipios de menor tamaño (periféricos) se integren con otras de mayor tamaño. Esta colaboración les permite aprovechar economías de escala y generar beneficios sociales, económicos y ambientales compartidos a partir del aprovechamiento de las ventajas regionales.
2. La "Cuádruple Hélice" desplegada en la solución propuesta —Academia, Estado, Empresa y Organizaciones Locales— amplía la clásica visión de la Triple Hélice, otorgándole mayor pertinencia territorial, ya que este enfoque potencia el papel de las organizaciones sociales como participantes activos del desarrollo, promoviendo la planificación y ejecución participativa, que refuerza la sostenibilidad del modelo.
3. La planificación participativa constituye el eje articulador del modelo GiRSDoMM, al promover un proceso en el que los distintos actores locales participan en la definición conjunta de estrategias, objetivos y recursos. Esta lógica responde a la convicción de que la colaboración sin recursos es solo una intención; por ello, el modelo propone alinear las cuatro hélices bajo un esquema de sinergia planificada, donde cada actividad cuenta con los medios necesarios y recursos asignados para su concreción.

⁴³ El objetivo de la norma es auxiliar a las organizaciones, para mejorar su capacidad de alcanzar objetivos a largo plazo, adaptarse a cambios y generar valor sostenido (mejora continua).

4. El diagnóstico cuali-cuantitativo diseñado como parte de los procedimientos, permite la caracterización integral para facilitar el diseño de estrategias de gestión de residuos más efectivas y adaptadas a cada territorio, al combinar mediciones objetivas (composición % de RSD) con las percepciones de la comunidad (método focal). En este contexto, la guía metodológica adaptada a municipios periféricos (guía 2) permite caracterizar los RSD de forma cuantitativa en localidades con baja capacidad, infraestructura y recursos (que no permite aplicar la norma IRAM correspondiente) y así determinar la composición, volumen y estimación per-cápita de sus residuos sólidos domiciliarios.
5. La etapa de diagnóstico y planificación propuesta en el instrumental metodológico, podrá ser desagregada en sub-etapas, según la micro-región abordada para el análisis, pudiendo conformar diferentes grupos de trabajo con líderes propios por micro-región, que a su vez dependerán de un responsable general. Éste último rol, podría ser asumido por el secretario de EC de la provincia.
6. El Indicador de Progreso del Proyecto (IPP) propuesto en el instrumental metodológico, constituye una herramienta clave dentro de GiRSDoMM, diseñada para evaluar el avance del proceso de gestión de los RSD en municipios y micro-regiones. Este indicador se mide a partir del Índice de Capacidad Organizacional (ICO) adaptado y de cálculo periódico, el cual permite identificar el nivel de articulación alcanzado por los actores involucrados en la implementación de los planes de acción consensuados.

CAPÍTULO 3: COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS GENERAL DE LA INVESTIGACIÓN: FACTIBILIDAD, PERTINENCIA Y UTILIDAD DE LA SOLUCIÓN METODOLÓGICA PROPUESTA

La solución al problema científico planteado, sintetizada en un instrumental metodológico compuesto por fases, etapas, pasos y herramientas, ha sido diseñada para generar mejoras en la gestión de los Residuos Sólidos Domiciliarios en municipios y micro-regiones de la provincia de Misiones, Argentina. En este CAPÍTULO se aporta evidencia a favor del instrumento metodológico desarrollado mediante las vías siguientes:

- Valoración del modelo y los procedimientos propuestos a partir del método de expertos en su Variante Delphi mediante dos rondas de consulta,
- Caso de estudio: Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMFE) en micro-regiones con características diferenciadas,
- Estudio de caso: modelado y simulación de escenarios para una micro-región de la provincia de Misiones, mediante Dinámica de Sistemas

A continuación, se detalla cada una de ellas.

3.1 Valoración del modelo y procedimientos mediante expertos en su variante Delphi

El objetivo del método de expertos es "[...] obtener consenso en la opinión de un grupo de expertos" (Dalkey & Helmer, 1963, p. 458) reuniendo dictámenes de manera sistemática y anónima, mediante cuestionarios con feedback.

La aplicación del método de expertos para la búsqueda de consenso, se ha utilizado en diversas investigaciones, mayoritariamente en ciencias médicas, sociales y en ingeniería (Cruz et al., 2018), también para determinar los indicadores más relevantes en la sostenibilidad de residuos locales (Besen, 2011).

El método de expertos es una herramienta cualitativa que reúne la experiencia, opiniones y conocimiento de un grupo de personas considerados expertos⁴⁴, es decir, personas que conocen el tema a evaluar. Por lo tanto, en el marco de esta investigación, los "expertos" son individuos que pueden hacer recomendaciones con competencia intelectual, sobre diversos aspectos del instrumental metodológico desarrollado – GiRSDoMM - el cual se les presentó para evaluar.

Según Munaretto et al., (2013) y Cruz et al. (2018), el método de expertos en su variante Delphi posee características particulares tales como el anonimato, la iteración, la retroalimentación controlada y la respuesta de grupo hasta lograr el consenso, ya que ha sido desarrollado en un contexto de urgencia militar y por su capacidad "ex - ante"⁴⁵ la utilización del mismo se ha expandido en diferentes campos

⁴⁴ Experto es aquella persona competente, que realiza una valoración directa a cada aspecto consultado porque cuenta con experiencia que lo avala (Ramirez Urizzarri y Toledo Fernández, 2005). El método de expertos consiste en consultar a un grupo de personas (individualmente) que tengan conocimiento y experiencia en el tema abordado y, por ende, puedan contribuir con la investigación que se está desarrollando.

⁴⁵ Del latín "antes del hecho" se utiliza para anticipar, planificar y tomar decisiones informadas antes de implementar un proyecto, política o intervención (Samset y Christensen, 2017).

y áreas (Carneiro da Cunha, 2011). Para aplicar el método de expertos en su variante Delphi, se utilizó el procedimiento que se muestra en la Figura 3.1.

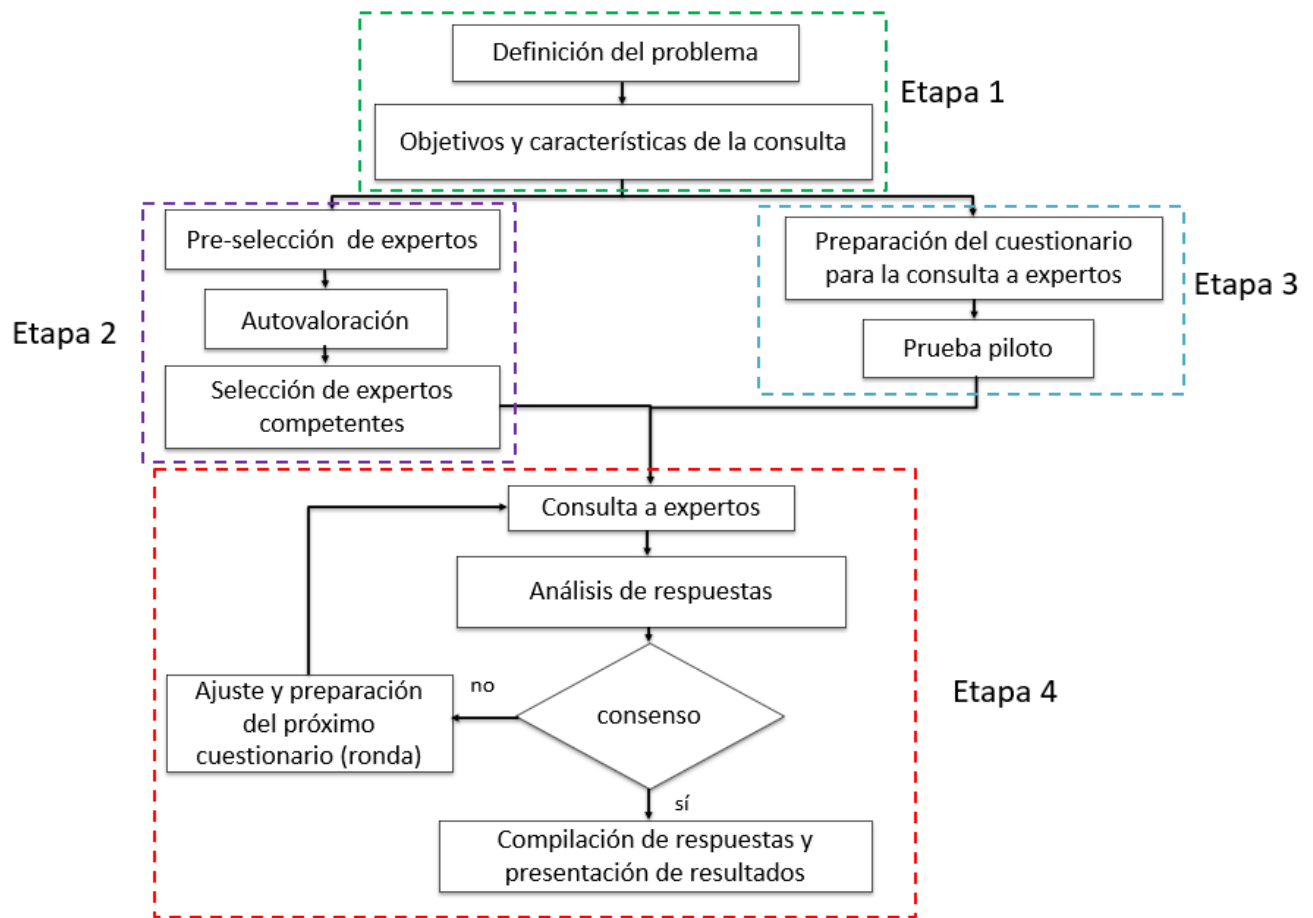


Figura 3.1: Esquema de aplicación del método de expertos en su variante Delphi. **Fuente:** adaptado de Peiró Torralba (2018), Cruz (2020) y Yasinski (2022).

A continuación, se describen las etapas mencionadas:

Etapa 1: Definición del problema, determinación del objetivo y características de la consulta

Una vez identificado el problema científico (CAPÍTULO 1) y diseñada la propuesta metodológica como alternativa de solución a la problemática (CAPÍTULO 2), se determinó el objetivo de la consulta a realizar a los expertos:

"Verificar factibilidad de aplicación del instrumental metodológico desarrollado en su estructura (modelo general, fases, etapas, pasos), y los resultados previsibles de su aplicación práctica".

Etapa 2: Selección de los expertos

La literatura menciona necesariamente un mínimo 7 individuos y un máximo de 50 personas para actuar como expertos y validar la propuesta (Soliño Millán, 2003; Salazar Ordóñez y Sayadi, 2006; Vera Toste, 2006). Sin embargo, algunas investigaciones sugieren que la mejora en la predicción de los resultados está originada en la variedad de expertos, más que en la cantidad numérica de estos (Gallego Pereira et al., 2008; Camisón Zornoza et al., 2009).

Tal como se desprende del estudio de Dalkey (1969) y según investigaciones de Michalus (2011), Yasinski (2022) y Monge García (2025), el error frente a una cantidad de expertos disminuye

exponencialmente y la curva se aproxima a un 5 % de error a partir de los 15 individuos. En tal sentido, Cruz Rodríguez (2020) sostiene que el número óptimo de expertos a seleccionar debe estar entre 15 y 30 participantes, dado que, al acercarse a 30 expertos consultados, la confiabilidad será de un 99 %. En otras palabras, si el número de expertos es de 15, la confiabilidad será de un 95 % y a partir de los 15 expertos, la disminución del error que se comete resulta poco significativo (Crespo Borges, 2007).

Se pre-seleccionaron un total de 60 expertos (ANEXO 3.1) para ser consultados en la investigación. Los expertos pre-seleccionados, se situaron en los diferentes estratos sociales y profesionales. Ellos han sido elegidos como individuos valiosos en conocimiento ya que en general poseen amplia experticia, preferentemente en varios campos (Estado, Academia, Organizaciones Locales y Empresa) tal como sugieren Okoli & Pawlowski (2004) y Seuring & Muller (2008).

Para seleccionar los expertos más competentes, se utilizó la metodología basada en la autovaloración de candidatos (Lissabet Rivero, 1998; Ramirez Urizarri y Toledo Fernández, 2005; Mesa Anoceto, 2007; Monge García, 2025) y con ello se determinó el coeficiente de conocimiento de cada uno de los expertos autovalorados, mediante la expresión 3.1 (Torrado Fonseca 2016; Cruz Rodríguez, 2020), donde:

K_c es el coeficiente de conocimiento

K_a es el coeficiente de argumentación

$$K = \frac{(K_c + K_a)}{2} \quad (3.1)$$

Determinación de K_c : coeficiente de conocimiento

K_c se determina mediante la valoración propia de cada experto (autovaloración), donde el propio experto asigna puntuación sobre el conocimiento que él considera que posee sobre los temas relacionados con la investigación. Para el presente caso, se elaboró una serie de preguntas, las cuales están disponibles en el ANEXO 3.2. En este cuestionario de autovaloración, el experto puntuó cada ítem en escala de 0 a 10, donde 0 representa desconocimiento y 10 indica amplio conocimiento sobre cada tema que se indagó.

Concluida la autoevaluación de los expertos, se calculó el valor del coeficiente de conocimiento mediante la expresión 3.2. siendo K_{pi} la autovaloración del experto sobre la pregunta "pi" del cuestionario y n el número total de preguntas del cuestionario de autoevaluación.

$$K_c = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} K_{pi}}{10n} \quad (3.2)$$

Determinación de Ka: coeficiente de argumentación

Ka es un coeficiente que refleja las fuentes en que cada experto basa sus conocimientos sobre los temas consultados en la autovaloración.

El coeficiente de argumentación, ha sido calculado para cada experto como la suma de los puntajes a partir de comparar las casillas marcadas por el experto con una tabla patrón previamente elaborada con respectivos pesos en base a las fuentes de argumentación y grados de influencia (Tabla 3.1).

Tabla 3.1: Tabla patrón de puntuaciones asignadas a las fuentes de argumentación declaradas por el experto en la autovaloración.

Fuentes de argumentación	Grado de influencia alto	Grado de influencia medio	Grado de influencia bajo
Conocimiento del Estado actual de la problemática	0,25	0,2	0,1
Experiencia personal en el tema	0,25	0,15	0,05
Participación en investigaciones y en actividades teóricas y experimentales	0,1	0,1	0,05
Capacitaciones y cursos dictados por usted	0,1	0,1	0,05
Conocimiento por medios de comunicación	0,05	0,05	0,05
Conocimiento por literatura científica sobre el tema	0,05	0,05	0,05
Participación en talleres y capacitaciones sobre ODS, gestión y residuos	0,1	0,05	0,05
Otros (especificar)	0,05	0,05	0,05
Intuición	0,05	0,05	0,05
Total	1	0,8	0,5

Fuente: adaptado de Lissabet Rivero (1998), Cruz (2012), Yasinski (2022).

Los pesos correspondientes a las fuentes de argumentación y cada grado de influencia (alto, medio, bajo), han sido asignados por un “focus group” compuesto por la investigadora y un grupo de expertos en el tema de investigación.

Una vez obtenidos los valores de Kc y Ka para cada experto pre-seleccionado, se determinó el coeficiente K para evaluar la competencia de cada experto mediante la expresión 3.1, teniendo en cuenta la escala de competencia de la Tabla 3.2 (Ramírez Urizarri y Toledo Fernández, 2005; Mesa Anoceto, 2007, Yasinski 2022).

Tabla 3.2: Escala del coeficiente de competencia de los expertos.

COMPETENCIA	VALOR DE K	VALOR DE K
ALTA	> 0,8	≤ 1
MEDIA	> 0,5	≤ 0,8
BAJA	< 0,5	

Fuente: elaborado a partir de Crespo Borges, (2007), Cruz Rodríguez (2020), Yasinski (2022).

Luego de evaluar la competencia de los expertos pre-seleccionados, los seleccionados han sido 19 Individuos, a partir de los 57 candidatos que respondieron la autovaloración enviada a 60 individuos. Además de cumplir con el coeficiente de competencia K medio y alto, los expertos seleccionados para evaluar la factibilidad de aplicación del instrumental metodológico debieron cumplir las siguientes condiciones:

- Demostrar predisposición para participar como expertos en la investigación,
- Disponer de capacidad de análisis para comprender la problemática planteada y emitir un juicio confiable, con capacidad prospectiva para analizar las situaciones que se podrían producir a partir de la aplicación de la solución alternativa propuesta (valorado a partir de las actividades que desempeña actualmente y el juicio del investigador).

El panel de expertos seleccionados se presenta en la Tabla 3.3 de forma anónima. Su selección se fundamenta por la competencia de cada uno y por su expertiz en las Cuatro Hélices: Academia (84,21 %), Empresa (78,95 %), Estado (68,42 %) y Organizaciones Locales (94,74 %).

Tabla 3.3: Expertos seleccionados por su nivel de competencia

Experto	Grado científico o Título académico	Academia	Empresa	Estado	Organizaciones Locales	Coeficiente de conocimiento [Kc]= \sum (P1:P7) / (10*n)	Coeficiente de argumentación [Ka] \sum (P1:P7)	Coeficiente de competencia K = $\frac{1}{2}(Kc+Ka)$
E1	Doctorado	x	x		x	0,84	0,85	0,84
E2	Doctorado	x			x	0,79	0,75	0,77
E3	Universitario	x	x	x	x	0,89	0,90	0,89
E4	Universitario		x		x	0,88	1,00	0,94
E5	Doctorado	x	x	x	x	0,94	0,95	0,94
E6	Universitario	x	x	x	x	0,90	0,90	0,90
E7	Maestría	x	x	x	x	0,84	0,65	0,74
E8	Terciario	x	x		x	0,70	0,75	0,72
E9	Universitario	x	x		x	0,91	0,70	0,80
E10	Especialista	x	x	x	x	0,76	0,67	0,71
E11	Terciario	x	x	x	x	0,94	0,75	0,84
E12	Terciario	x		x	x	0,70	0,65	0,67
E13	Especialista	x	x	x	x	0,84	0,75	0,79
E14	Especialista		x	x		0,73	0,70	0,71
E15	Maestría	x			x	0,68	0,72	0,70
E16	Universitario	x		x	x	0,85	0,60	0,72
E17	Especialista		x	x	x	0,90	0,70	0,80
E18	Maestría	x	x	x	x	0,80	0,60	0,70
E19	Maestría	x	x	x	x	0,89	0,70	0,79

Fuente: elaboración propia⁴⁶.

⁴⁶ En la tabla de resultados, se preserva el anonimato de los consultados quienes fueron seleccionados como expertos por su nivel de competencia y experiencia en las Cuatro Hélices.

Etapa 3: Diseño del instrumento de recolección de datos

Al mismo tiempo que se esperaba la respuesta de los posibles expertos (auto-valoración), se diseñó el cuestionario con las preguntas a consultar y la información sobre el modelo y los procedimientos elaborados (CAPITULO 2). Este cuestionario se ha diseñado con el objetivo de realizar la primera ronda de consulta para que los expertos evalúen la Concepción teórica, Factibilidad de aplicación y Previsión de resultados del instrumental metodológico desarrollado.

El cuestionario se elaboró siguiendo las recomendaciones de Martínez (2002), Fernández Nuñez (2007), Mesa Anoceto (2007) y Hernández Sampieri et al. (2014), aunque también se consideraron cuestionarios existentes, tales como los presentados por Michalus (2011), Cruz Ramirez et al. (2012), Yasinski (2022) y Monge García (2025), en cuanto a las variables, indicadores a considerar, escalas de medición, claridad de conceptos, extensión adecuada de cada pregunta, así como del instrumento de recolección de datos.

El cuestionario para los expertos, contempló preguntas abiertas y cerradas con una escala cualitativa sin centralidad (Tabla 3.4) que brindó facilidad y rapidez para responder, donde el experto debió marcar solamente una opción en cada pregunta.

Tabla 3.4: Escala cualitativa en base a Likert utilizada en las rondas de consulta a los expertos.

Escala	Descripción de la valoración
0	Totalmente en desacuerdo
1	Algo en desacuerdo
2	De acuerdo
3	Totalmente de acuerdo

Fuente: adaptado de Hernández Sampieri (2018), Kankaraš y Capecchi (2024).

Antes de utilizar el cuestionario para consultar a los expertos (primera ronda), se concretó una prueba piloto que consistió en una consulta informal a tres expertos en metodología de la investigación científica y con conocimiento de los temas relacionados con la investigación. A partir de las sugerencias recibidas se elaboró el instrumento de recolección de datos definitivo para la Ronda 1, donde se estructuraron un total de 9 preguntas vinculadas a las bases, fases y herramientas del instrumental, que soportan la propuesta metodológica a evaluar, la secuencia de los pasos y su factibilidad de aplicación. También se consultó sobre los posibles beneficios que podrían obtenerse con la implementación del instrumental metodológico desarrollado. El cuestionario de la Ronda 1 se presenta en el ANEXO 3.3.

Etapa 4: Consulta a expertos, procesamiento de resultados y elaboración de conclusiones

En esta instancia, se contactó a los expertos seleccionados mediante canales de comunicación digital (WhatsApp y/o e-mail), se les consultó su disponibilidad de tiempo y se les entregó el material a evaluar (online), junto con el instrumento de evaluación y las instrucciones básicas para responder al cuestionario.

En caso de dudas, por parte de los expertos, se respondieron las consultas realizadas y se coordinó la devolución del cuestionario completo al investigador, como así también se llevaron a cabo reuniones virtuales cuando ha sido necesario entre el investigador y el experto. La primera ronda se cerró con 18 respuestas, de un total de 19 expertos a los que se envió el cuestionario. El análisis de las respuestas se realizó mediante estadística descriptiva a través del cálculo de la Media, Moda y Mediana.

Para determinar la fiabilidad del cuestionario en cada ronda, se utilizó el Alfa de Cronbach (Cronbach, 1951) el cual es utilizado para medir la consistencia interna de un test o cuestionario. Se calcula de según la expresión 3.3.

$$\alpha = \frac{K}{K - 1} \left(\frac{\sigma_i^2}{\sigma_t^2} \right) \quad (3.3)$$

Donde:

- K = cantidad de preguntas del cuestionario,
- σ_i^2 = Varianza de cada ítem (pregunta del cuestionario),
- σ_t^2 = Varianza total del test.

Si los ítems están altamente correlacionados, la varianza total será alta y el alfa de Cronbach también lo será (cercano a 1), indicando una buena consistencia interna. Este coeficiente busca evaluar en qué medida los ítems de una escala o cuestionario están relacionados entre sí (Torres-Gastelú & Torres-Real, 2025). Al obtener el coeficiente pueden presentarse los siguientes escenarios $\alpha > 0,9$ (Excelente), $\alpha > 0,8$ (Bueno), $\alpha > 0,7$ (Aceptable), $\alpha > 0,6$ (Cuestionable), $\alpha > 0,5$ (Deficiente) y $\alpha < 0,5$ (Inaceptable) según Bocanegra Salinas & Servat Morales, (2024), por lo tanto:

- Alfa de Cronbach: alto ($\alpha \geq 0,8$) el cuestionario es confiable, los expertos han respondido con un grado de consistencia elevado.
- Alfa de Cronbach: moderado ($\alpha 0,6 - 0,7$), puede ser necesario revisar algunos ítems para mejorar la cohesión entre las preguntas del cuestionario.
- Alfa de Cronbach: bajo ($\alpha < 0,6$), se recomienda replantear ciertas preguntas del cuestionario, ya que podría indicar que los ítems no están midiendo de manera homogénea los aspectos clave del estudio.

Ronda 1: Se calculó la fiabilidad mediante el Alfa de Cronbach, la cual ha sido alta (0,9). Luego se analizó una a una las respuestas y comentarios de los 18 expertos participantes que respondieron el cuestionario de la ronda 1, con preguntas correspondientes a la percepción del modelo evaluado y su aplicabilidad en la gestión de RSD en los municipios de la provincia de Misiones. Dicho análisis resumido se encuentra en el ANEXO 3.4.

Teniendo en cuenta que la presente investigación optó por validar el instrumental mediante el Método de expertos en su variante Delphi, una vez que se reunió y analizó la información de la primera ronda (ANEXO 3.4), se realizaron los ajustes pertinentes en el instrumental metodológico conforme a sugerencias y observaciones de los expertos, y al mismo tiempo se re-formuló el cuestionario para pasar a la segunda ronda, cuyo cuestionario se encuentra disponible en el ANEXO 3.5.

Ronda 2: Este cuestionario se envió a los expertos participantes de la primera ronda. El mismo, estuvo constituido por 9 preguntas referidas a la temática de la investigación y a lo consultado en la ronda 1, según las sugerencias de los expertos.

Obtenidas las respuestas de la ronda 2, se verificó la consistencia del cuestionario mediante el cálculo del Alfa de Cronbach que arrojó fiabilidad aceptable (0,8). Seguidamente, se procedió a evaluar las 17 respuestas de los expertos que contestaron el cuestionario de la ronda 2 (ANEXO 3.6).

Con las puntuaciones de los cuestionarios de ambas rondas, se confeccionó la Tabla 3.5 donde se exponen los valores de los estadísticos descriptivos para la ronda 1 (R1) y la ronda 2 (R2). En adición, para la evaluación de las respuestas por cada pregunta del cuestionario de las rondas (1 y 2), se ha incluido el cálculo del Coeficiente de Variación (CV), que representa una medida para evaluar la dispersión relativa de un conjunto de datos respecto a su media calculada mediante la expresión 3.4.

$$CV = \frac{\text{Desviación estándar}}{\text{Media}} * 100 \quad (3.4)$$

Tabla 3.5: Estadísticos descriptivos para cada ronda.

Pregunta	Media R1	Media R2	Moda R1	Moda R2	Mediana R1	Mediana R2	CV R1	CV R2
P1: Bases del modelo	2,4	2,8	2,0	3,0	2,0	3,0	0,3	0,1
P2: El modelo: estructura general	1,8	2,6	1,0	3,0	2,0	3,0	0,5	0,2
P3: Fases, etapas, pasos del modelo	2,6	2,8	3,0	3,0	3,0	3,0	0,3	0,2
P4: Pertinencia de la cuádruple hélice	2,6	2,7	3,0	3,0	3,0	3,0	0,3	0,2
P5: Pertinencia de las herramientas	3,0	3	3,0	3,0	3,0	3,0	0	0,1
P6: Valoración del modelo como contribución	2,7	2,7	3,0	3,0	3,0	3,0	0,3	0,2
P7: Valoración del instrumental para el DS	2,8	2,9	3,0	3,0	3,0	3,0	0,3	0,1
P8: Valoración de la Planificación participativa	2,4	2,8	3,0	3,0	3,0	3,0	0,4	0,1
P9: Beneficios del procedimiento general propuesto	2,4	2,6	3,0	3,0	3,0	3,0	0,4	0,3

Fuente: elaboración propia.

Para valores de $CV \leq 30\%$ → Se considera que los datos son homogéneos, dado que:

- La media representa al conjunto.
- La variabilidad es baja.

En vista de las puntuaciones expuestas por cada pregunta y ronda, se determinó que el CV es adecuado para análisis descriptivos, comparaciones y toma de decisiones confiables en cada pregunta realizada en el cuestionario de la ronda 2 (Röver & Friede, 2024). Es decir, los ajustes en el instrumental realizados tras la primera consulta (ronda 1) han sido aceptados por los expertos.

A partir de lo expuesto en la Tabla 3.5, se desprende que el grupo de expertos seleccionados por su formación académica y científica, su experiencia laboral y profesional, y sus conocimientos sobre el objeto de estudio teórico y práctico, consideran que el modelo y los procedimientos diseñados presentan una estructura y concepción metodológica adecuadas para los fines concebidos.

Para determinar el Alfa de Cronbach de cada ronda y con ello la fiabilidad de los cuestionarios, las respuestas han sido evaluadas a través del software IBM SPSS Statistics 30.0.0.0, arrojando un coeficiente aceptable ($\geq 0,8$ en ambas rondas) por lo tanto, el cuestionario ha sido fiable para la evaluación del modelo a través del método de expertos en su variante Delphi en ambas rondas.

Según el análisis realizado, la aplicación del instrumental metodológico para gestionar RSD en los municipios de la provincia de Misiones, Argentina se considera factible como forma de contribuir al desarrollo local sostenible para la micro-región.

Consideraciones a partir del análisis Delphi

La consulta a expertos permitió verificar ex-ante la factibilidad de aplicación de los mecanismos desarrollados para la gestión de los RSD en micro-regiones de Misiones, Argentina.

Los expertos, mostraron acuerdo al evaluar los cuestionarios y consenso sobre la posibilidad de obtener los beneficios previstos por el instrumental metodológico desarrollado, así como en la importancia y necesidad de cooperar con los actores locales para gestionar RSD, cuyos resultados serán beneficiosos para municipios y micro-regiones.

La consulta se cerró en la ronda 2, con un agradecimiento y con el envío de certificados de participación a las personas del panel de expertos de la presente investigación.

3.2 Estudio de caso

Como parte del proceso de la investigación y de los resultados que contribuyen a verificar la pertinencia del instrumental metodológico propuesto, se presenta el estudio de caso en dos micro-regiones mediante el Análisis de Modo de Fallas y Efectos (AMFE).

Se determinaron los modos de falla de cada caso y se muestra como el instrumental prevee mecanismos para eliminar o reducir las fallas, en base a un análisis actual sobre dos micro-regiones de territorios diferentes:

- Un caso de cooperación impulsada por la Universidad junto a la Subsecretaría de EC, municipios y otros actores de la provincia de Misiones, Argentina (Subsecretaría de Economía Circular, Provincia de Misiones, 2025), donde, además, se ha realizado una aplicación parcial del instrumental metodológico desarrollado.
- Un caso de cooperación entre la Universidad Federal del ABC y municipios de la región del ABC Paulista de Brasil.

Ambas micro-regiones, poseen convenios de colaboración vigentes que han sido firmados por las partes, cuyo objetivo principal es mejorar la gestión de los RSD de su espacio territorial.

Cada micro-región vista como un sistema (con entradas y salidas), posee un conjunto de variables casuísticas, tales como la planificación estratégica y sus correspondientes acciones, que juntas cumplen un rol fundamental en la gestión de los residuos (Figura 3.2) y donde no necesariamente son iguales, sino que dependen de otras variables exógenas de cada espacio territorial.



Figura 3.2: Una micro-región desde el punto de vista sistémico. **Fuente:** elaboración propia.

En el marco de la investigación originaria se estudió el caso de gestión de los RSD en dos municipios de Misiones conformando una micro-región, a partir de un convenio de cooperación firmado entre la Facultad de Ingeniería Oberá de la Universidad Nacional de Misiones y la Subsecretaría de EC de la provincia (2024-2025). El estudio in situ realizado en la investigación, mostró las realidades locales comprobando que la colaboración entre los municipios (cooperación intermunicipal) en la provincia es incipiente.

La información para determinar los modos de falla en la gestión de los RSD, se recopiló mediante el trabajo de campo y encuestas a personas de la comunidad, aquellas que trabajaron y/o trabajan en la cooperativas de reciclaje, recolección urbana, emprendedores circulares, empresarios que comercializar materiales reciclables, personal de limpieza urbana, habitantes de los municipios, académicos que han experimentado gestionar residuos y/o participaron en proyectos relacionados a la temática, jefes comunales, secretarios de entidades privadas y de economía circular de distritos, encargados de GIRSU municipal y provincial y empresarios del reciclaje, que brindaron datos y opiniones sobre la gestión de los RSD en su municipio, reuniendo así información de las Cuatro Hélices (Estado, Academia, Organizaciones locales y Empresas).

La descripción del caso de la micro-región de la provincia de Misiones y la cooperación iniciada se describe a continuación, siguiendo las fases del instrumental metodológico propuesto en el CAPÍTULO 2.

Fase 1: Constitución del grupo de trabajo

Para el caso descrito en Misiones, Argentina la academia encabezada por la Facultad de Ingeniería de Oberá, de la Universidad Nacional de Misiones (FI-UNaM) ha tomado la iniciativa, logrando vinculación con la Subsecretaría de EC de la provincia y algunos actores clave desde el año 2023. La Academia organizó el evento en marco a la jornada por el día mundial del ambiente en el año 2024, donde ha invitado a participar, a los actores mediante diferentes medios de comunicación (WhatsApp, Instagram, Página oficial de la Facultad), para los cuales se realizó un flyer y un cuestionario inicial con motivo de indagar a los potenciales participantes (ANEXO 3.7) Entre los asistentes al evento, se logró la presencia de referentes en gestión de los residuos de la zona centro de la provincia (Empresa

“Chiply”), colegios y escuelas locales, el Secretario de EC de la provincia de Misiones y el Encargado de GIRSU de la ciudad de Oberá (designado en el año 2022). La Academia expuso los trabajos de caracterización de residuos realizados con dos municipios de la provincia y líneas de trabajo proyectadas con la subsecretaría de EC de la provincia de Misiones para el año 2025.

La universidad dispuso del espacio y los recursos para la jornada, donde también participaron emprendedores locales encargados de fomentar el reciclaje en la zona centro de la provincia de Misiones.

La presentación de la propuesta del instrumental metodológico (en sus Fases y etapas) se realizó a través de una exposición en el auditorium de la Facultad de Ingeniería de Oberá Misiones, donde se comentó la problemática y la propuesta de cooperación de los actores locales para gestionar los RSD locales.

En una de las visitas realizadas a la municipalidad, meses después de la presentación; se observó que las fases del instrumental expuesto se encontraban señaladas en la pared (Figura 3.3), como guía de uso, lo que evidenció indicios de la necesidad de contar con un modelo y procedimientos para la aplicación práctica (que incluyan pasos y un nivel de detalle más específico).

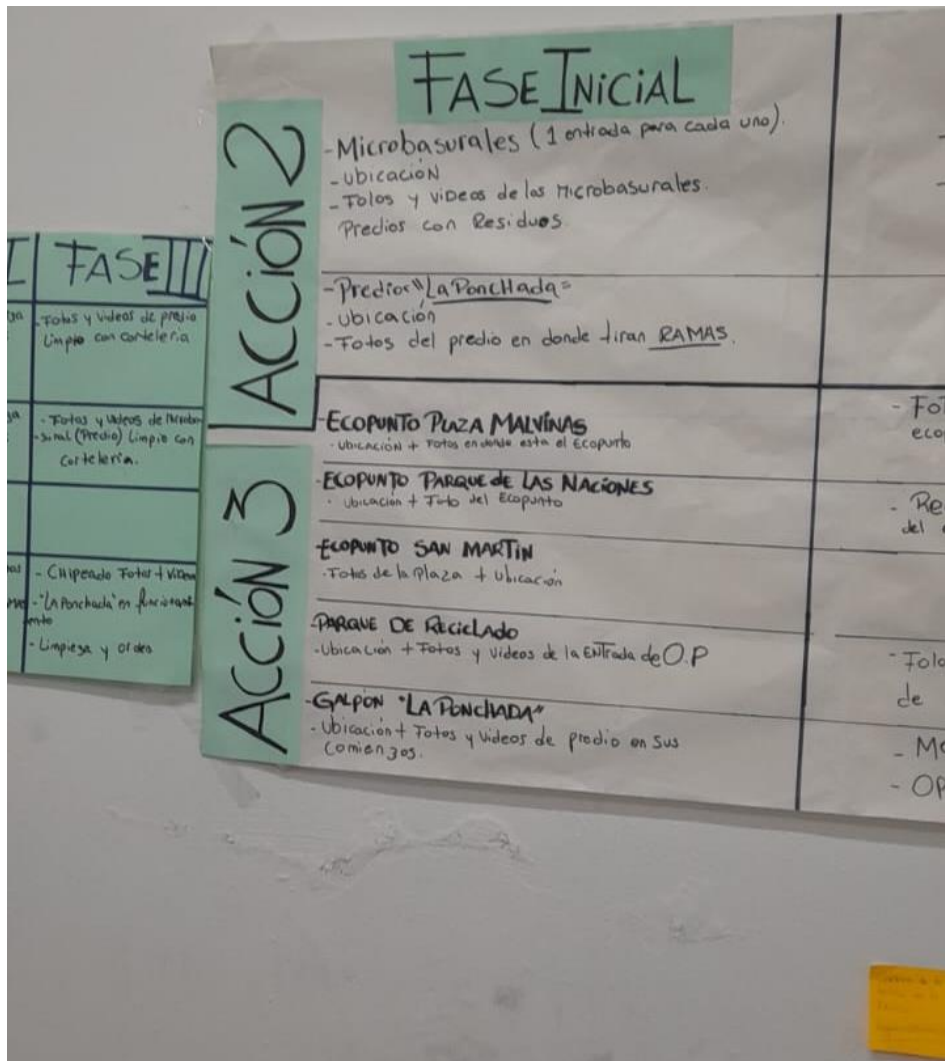


Figura 3.3: Evidencia de aplicación inicial de GiRSDoMM. Fuente: propia (septiembre de 2024)

Si bien los actores del Estado, la Academia, Organizaciones Locales y Empresas de reciclaje asistieron a la convocatoria en la que se presentó el instrumental, en ese momento no se solicitó el registro de potenciales integrantes de la red de cooperación, pero se comentó al respecto y se invitó a aquellos actores que deseen cooperar. En ese contexto, se ha logrado algunos resultados individuales, tales como donaciones de contenedores por parte de la Empresa recicladora a una escuela presente en la jornada.

Luego de un tiempo prudencial, el grupo de investigación de la facultad impulsó la firma de convenios específicos.

El actor convocante (la academia) estableció convenio de colaboración entre la facultad y la Subsecretaría de EC. A su vez, el estado desde la Subsecretaría de EC de la provincia ya contaba con acuerdos los cuales ya formaban parte de una sub-red de cooperación Estado-Empresa recicladora.

La Jornada por el día mundial del medio ambiente finalizó con la firma de un convenio específico la Universidad y el Estado, con duración de 2 años cuyo objetivo principal ha sido colaborar para y elaborar el primer informe de EC de la provincia de Misiones. Luego de este convenio, se firmaron otros enmarcados en la misma temática.

Fase 2: Diagnóstico y planificación de la GiRSD

Firmados los convenios, desde la Academia se ha continuado con actividades colaborativas, pero ahora de manera formal, mediante acciones relacionadas a diagnosticar RSD, con el objetivo de recolectar datos y mejorar la gestión de los mismos en los municipios de la provincia de Misiones. Dentro de estos convenios se concretaron prácticas profesionales supervisadas en el marco de la investigación, los cuales han sido desarrollados por estudiantes de ingeniería Industrial en los municipios A y B donde se caracterizaron de forma cualitativa y cuantitativa los RSD generados.

Durante los años 2023 y 2024, se relevaron datos de Empresas que gestionan residuos y se encuestó a 21 municipios de la provincia, donde la muestra representó el 80 % de la población de Misiones, Argentina. Con estos datos, se llevó a cabo un diagnóstico provincial, que permitió identificar y analizar los aspectos territoriales, biofísicos, socioeconómicos, ambientales y legales, con el fin de formular el primer informe de EC de la provincia de Misiones, Argentina (del ciclo 2023, publicado en el año 2024). Asimismo, en el año 2025 se repitió el trabajo colaborativo para determinar nuevamente el índice de circularidad de la provincia de Misiones del ciclo anterior (2024).

En el año 2024 y con el objetivo de determinar cuantitativamente los RSD más problemáticos en los municipios A y B que conformaron la micro-región, se utilizó la norma IRAM 29.523:2018 para caracterizarlos (el municipio más grande suministró los recursos, infraestructura, maquinarias y equipos para llevar a cabo). Sin embargo, el municipio más pequeño no contaba con los recursos establecidos para concretar el procedimiento reglamentado por la normativa IRAM, por lo tanto, se utilizó una guía adaptada a los recursos disponibles: "Guía 2" que ha sido desarrollada en el marco de la investigación, para tal fin (Niezwid, Zubczuk & Michalus, 2024).

En cuanto a la micro-región (municipios A y B) se concretó un diagnóstico cualitativo mediante reuniones con la aplicación del Método Focal (MF) para congregar las percepciones y valoraciones de la sociedad sobre los RSD generados. La aplicación del MF se llevó a cabo por los integrantes del grupo de investigación de la Facultad de Ingeniería de Oberá de la Universidad Nacional de Misiones, quienes se encargaron de planear reuniones en cada municipio (Municipio A y Municipio B), con agentes de las diferentes áreas municipales (saneamiento ambiental y bromatología, obras públicas). También se llevaron a cabo reuniones informales con vecinos y empresas sobre problemáticas y dificultades de los RSD (Jansat, 2024).

Para el municipio A se ha determinado la composición de los residuos a través del estudio cuantitativo mediante IRAM (Stoffel, 2024). En tanto, en el municipio B se determinó la composición cuantitativa a través de la aplicación de la guía adaptada (Lima, 2024; Zubczuk, 2024).

En la medida que se concretaron reuniones con agentes del municipio A y el municipio B, se determinaron los residuos que ocasionan la mayoría de los problemas - por tipo de residuo - de forma cualitativa (Jansat, 2024; Kaczynski, 2024; Lima 2024).

Luego de recabar la información cuali-cuantitativa del municipio A y del Municipio B, se elaboraron informes los cuales fueron parte de las Prácticas Profesionales Supervisadas (PPS: Jansat, 2024; Kaczynski, 2024; Lima 2024; Reich, S, 2024; Stoffel, 2024; Zubczuk, 2024).

A partir de los datos recolectados de los municipios A y B, se aplicó el método de Pareto y se determinó que los residuos de tipo orgánicos son los que están presentes en mayor cantidad en el camión recolector y los que ocasionan la mayoría de los problemas en la micro-región analizada (Jansat, 2024; Lima, 2024).

A nivel provincial en Misiones y gracias al convenio entre la FI- UNaM y la Subsecretaría de EC, se elaboró el índice de circularidad de la provincia en base a indicadores que se reunieron mediante encuestas a municipios de la provincia y a Empresas recicladoras (Informe de EC, 2024).

En cuanto al informe de EC de Misiones y su divulgación, el mismo se presentó en la Cámara de Representantes de la provincia, donde se ha socializado el informe por diferentes medios de comunicación como radio, diarios y canal de televisión (Figura 3.4).



Figura 3.4: Presentación del primer informe de EC de Misiones, Argentina. **Fuente:** www.eltterritorio.com.ar

Los resultados del trabajo de campo, han sido divulgados a través de jornadas de investigación, extensión y vinculación (Niezwida, 2024; Jansat et. al, 2024; Kaczynski et. al, 2024), otros están en vías de ser publicados y los informes de las prácticas estudiantiles enmarcadas en la investigación que poseen información de diagnóstico de GRSD de Misiones (Gales, 2025), cuyos trabajos completos se encuentran en la biblioteca de la Facultad de Ingeniería de Oberá, Universidad Nacional de Misiones.

Fase 3: Ejecución y control

A partir del diagnóstico realizado en la micro-región (Fase 2), se determinó que los residuos orgánicos son los más urgentes a atender en los municipios de Misiones, Argentina (Gales, 2025). Por lo tanto, el siguiente paso es planear actividades (acciones) y priorizarlas.

Una de las acciones que se realizó en 2024, ha sido ensayos en laboratorio para determinar el poder calorífico de residuos de barrido de espacios públicos de Oberá, Misiones, Argentina (Niezwida, Jansat, Kaczynski, Michalus & Frick, 2024). En el ANEXO 3.8 se encuentra información documentada de las acciones llevadas a cabo como parte de la ejecución y control de acciones.

Las actividades de concientización en Misiones han iniciado en el año 2022. Diversos municipios, han implementado eco-puntos (<https://cambioclimatico.misiones.gob.ar/mapa-ecopuntos/>) pero, debido a recursos económicos provinciales (inestabilidad financiera de las localidades) algunas acciones se vieron interrumpidas en el transcurso del año 2025, consecuencia de la falta de presupuesto que obligó a interrumpir alguno planes de acción.

Municipios y Microregiones: Análisis Modal de Fallos y Efectos

En este contexto sistémico (Figura 3.2), el Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMFE) es una herramienta preventiva que permite identificar, analizar y priorizar posibles modos de fallo dentro de un proceso, sistema o procedimiento. Su aplicación resulta fundamental en etapas tempranas de diseño o implementación, ya que permite anticipar errores potenciales antes de que ocurran y planificar acciones correctivas o de mejora (Carnero 2020; Merchán et al., 2024). De este modo, el AMFE contribuye a reducir el riesgo de fallos, aumentar la eficacia del procedimiento metodológico propuesto y mejorar la toma de decisiones, fortaleciendo la viabilidad de los mecanismos de la propuesta tanto en el contexto de Misiones como en la región del ABC Paulista.

En base a la información recolectada y analizada, según el ANEXO 3.9 se presentan datos de la micro-región de Misiones Argentina (A y B) y del ABC Paulista (Tabla 3.6).

Las acciones de gestión de RSD llevadas a cabo en el ABC Paulista se analizaron en base a la investigación realizada por Da Silva Alcântara Fratta, 2022 quien través de un enfoque metodológico combinó el diagnóstico técnico, participación social (Ketso®) y análisis multicriterio MAVT, para identificar los principales desafíos en los municipios del ABC Paulista, y con ello dispuso estrategias para soluciones orientadas a la valorización de residuos y a la recuperación energética.

Tabla 3.6: Información característica por municipio analizado⁴⁷.

Características	Municipio A Misiones, Arg.	Municipio B Misiones, Arg.	Municipio del ABC (1)	Municipio del ABC (2)	Municipio del ABC (3)
Población 2025 (hab)	79.665	10.078	750.000	810.000	165.000
GPC (kg*hab/día)	0,5-1,2	0,8	0,93	0,81	1,21
Recolección diferenciada	no	no	sí	sí	sí
Ecopuntos	4	no	29	14	6
Puntos limpios	1	no	15	-	Programa
Cooperativa	no	no	2	2	1
Empresa recicladora	Al menos 2	Al menos 1	2	2	1
Distancia al relleno sanitario	130 km	180 km	5 km	15 km	2,7 km
Estación de reciclaje	1	no	1	-	-
Recolección diferenciada	Solo en el centro de la ciudad	no	sí	sí	sí
Organismo municipal encargado	Obras públicas: Encargado de GIRSU	Obras públicas	Serviço Municipal de Água, Saneamento Básico e Infraestrutura (SEMASA)	Secretaria Municipal de Assistência Social (SEMAS)	Consejo Municipal de Medio Ambiente (COMDEMA)

Según lo expuesto en la Tabla 3.6, se observa que los municipios del ABC Paulista, Brasil poseen mayor población y un organismo municipal específico enfocado en gestión de los RSD, por lo que se encuentran paso más adelante que los municipios de Misiones, Argentina. Sin embargo, según SEMASA aún poseen diversas falencias. Dentro de las similitudes regionales, se identifica al RSD de tipo orgánico como el más problemático y necesario de atender.

En la Tabla 3.7, se presentan las principales características de ambas regiones, las cuales acompañarán al análisis AMFE de cada micro-región:

-Una micro-región de la provincia de Misiones, Argentina constituida por un municipio periférico y una ciudad: Municipio A y Municipio B

-Una micro-región del ABC Paulista, Brasil conformada por tres municipios en base al estudio de Da Silva Alcântara Fratta (2022) cuya investigación se tituló "Análise multicritério da gestão de resíduos sólidos urbanos com enfoque nos sistemas de tratamento: um estudo de caso nos municípios do ABC Paulista", quien identificó los problemas frecuentes en la micro-región integrada por Santo André, São Bernardo y São Caetano do Sul.

Tabla 3.7: Principales características de ambas regiones.

Característica	Misiones, Argentina	ABC Paulista
Densidad poblacional	Baja	Alta
Generación de residuos	Media	Media
Índice de circularidad	Menos del 15 % ⁴⁸	Menos del 15 % ⁴⁹

Fuente: elaboración propia.

⁴⁷ Elaborado a partir del trabajo de campo realizado en Municipios de Misiones, el Informe de EC 2024 y con información de la estancia de investigación realizada en la Universidad Federal del ABC mediante el organismo brasileño CAPES, bajo el programa "Move la América".

⁴⁸ Dato del Informe de EC de Misiones ciclo 2023, publicado en el año 2024.

⁴⁹ Dato de ABREMA (Associação Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente).

Para el análisis AMFE se concretaron los siguientes pasos:

Paso 1: Identificar el modo de falla: ¿Qué podría salir mal?

Se realizó el análisis en cada micro-región, en base al análisis de los municipios de la región anteriormente descrita y otras fuentes de información cruzada tales como entrevistas y seminarios con expertos en el tema de investigación de ambos territorios (ANEXO 3.10).

Paso 2: Determinar la causa principal: ¿Por qué ocurriría?

Se procedió a listar y asignar puntajes a las potenciales fallas según la Severidad (S), Ocurrencia (O) y Detección (D). Las escalas detalladas de cada indicador (S, O, D) se encuentran en ANEXO 3.11.

Paso 3: Determinar el Número de Prioridad de Riesgo

Se calculó el RPN (Número de Prioridad de Riesgo) para cada falla, según la expresión 3.5, en base a la Tabla 3.8.

$$RPN = S \times O \times D \quad (3.5)$$

Tabla 3.8: Jerarquización de la gravedad de la falla.

Indicador	Descripción	Valor mínimo ⁵⁰	Valor máximo
S	Gravedad del efecto del fallo sobre el proceso o sistema.	1 = sin impacto	10 = impacto catastrófico
O	Probabilidad de que el fallo ocurra.	1 = muy poco probable	10 = muy frecuente
D	Probabilidad de detectar el fallo antes de que cause daño.	1 = muy fácilmente detectable	10 = muy difícil de detectar

Fuente: adaptado de Calvo Olivares (2016).

Paso 4: Proponer acciones correctivas para reducir el riesgo de falla

Este paso se cumplió mostrando como el instrumental metodológico (CAPÍTULO 2) contiene los mecanismos que permiten evitar o reducir el riesgo de falla.

El AMFE realizado para cada micro-región de Misiones (Argentina) y ABC Paulista (Brasil), se presenta en el ANEXO 3.12.

A continuación (Tabla 3.9), se presenta un resumen para las dos micro-regiones, donde se muestra las puntuaciones y las causas de fallas, con la respectiva acción correctiva y mecanismo que incorpora el Instrumental metodológico desarrollado GiRSDoMM.

⁵⁰ En la descripción cualitativa S, O, D: 2-3 es baja- poco probable- fácilmente detectable, 4-5 media-ocasional-detectable, 6-8 alta-frecuente-difícil de detectar respectivamente (Cuatrecasas, 2010; Chen & Wu, 2015).

Tabla 3.9: Tabla comparativa resumida del análisis AMFE para las micro-regiones, según ejes de gestión de RSD.

Eje	Micro-región Misiones	Micro-región ABC Paulista	AMFE – Riesgos Críticos	Acciones Correctivas / Fases Clave previstas en GiRSDoMM
Eje 1: Generación y Composición	Alta generación de residuos sólidos domiciliarios con escasa separación en origen. Conciencia comunitaria limitada. Personal municipal con competencias técnicas insuficientes en gestión de residuos.	Generación significativa de RSD con separación parcial en algunos barrios; participación comunitaria creciente. Competencias técnicas del personal de gestión insuficientes.	Muy alto: Deficiente clasificación en origen, baja valorización de RSD y limitadas capacidades técnicas del personal que los gestiona.	Fase 2: Diagnóstico cualitativo y jerarquización de residuos. Responsables: Municipio + técnicos. Producto: informe de residuos críticos para priorización de actividades. Fase 1: Trabajo colaborativo mediante convenios entre actores clave.
Eje 2: Recolección y Clasificación	Recolección irregular con limitada capacidad de separación. Dependencia de contratistas privados. Escasa articulación entre actores: municipales, recolectores urbanos, empresas recicladoras, instituciones educativas.	Recolección relativamente regular, cobertura parcial. Coordinación intermunicipal limitada. Personal municipal con competencias insuficientes.	Alto: Fragmentación del servicio, baja eficacia en clasificación y débil articulación de actores.	Fase 1, E1.1, Paso 3: Registro de actores + plan de comunicación. Responsable: Municipio. Producto: convenio y cronograma. Fase 2.1, Pasos 2.1 y 2.2: Conformación de grupos fijos y sesiones focales organizadas. Responsable: Municipio + O.L. Producto: cronograma barrial. Capacitación en supervisión de recolección y clasificación. Campañas de Economía de la Conducta Sostenible (ECS) permanentes en la micro-región.
Eje 3: Tratamiento y Valorización	Predominio de rellenos sanitarios; baja inversión en reciclaje y compostaje domiciliario. Personal municipal sin formación específica en valorización de RSD.	Uso de rellenos sanitarios; iniciativas de reciclaje comunitario limitadas; personal técnico sin competencias suficientes en valorización.	Alto: Infraestructura de valorización limitada y baja capacidad de aprovechamiento de RSD.	Fase 2.1: Mesas de trabajo participativas con cronograma consensuado. Responsable: GT local. Producto: plan estratégico 5-10 años. Implementación de acciones: reciclaje y compostaje Capacitación técnica en valorización de RSD y difusión en escuelas e instituciones.
Eje 4: Cooperación Intermunicipal (Municipios y micro-regiones)	Escasa coordinación intermunicipal; programas educativos discontinuos; actores municipales y comunitarios poco articulados. Convenios aislados (donde no están presentes las 4 hélices).	Algunos consorcios existentes, pero con integración limitada y seguimiento de planes insuficiente; bajas competencias técnicas en coordinación multiactor.	Alto: Fragmentación institucional, débil cooperación intermunicipal y limitada articulación de actores.	Fase 2.2: Reuniones participativas para definición de planes consensuados. Responsable: GT. Producto: plan validado multiactor. Fase 3.1, Paso 3: Adecuación dinámica del plan mediante MTP. Responsable: GT. Producto: plan actualizado. Capacitación en coordinación y difusión de buenas prácticas concretadas. Fase 3: En ejecución y control, posibilidad de suma a actores a planes y actividades que surjan.

Fuente: elaboración propia.

Ambas micro-regiones, presentan desafíos significativos en la gestión de RSD. La micro-región de Misiones, Argentina demuestra escasa separación en origen y limitada articulación entre actores, mientras que el ABC Paulista cuenta con separación parcial y una recolección diferenciada regular, aunque con deficiencias en cobertura y coordinación. En términos de infraestructura, ambas micro-

regiones dependen principalmente de rellenos sanitarios y presentan baja valorización de residuos, con competencias técnicas municipales insuficientes. Los riesgos críticos identificados por el AMFE coinciden en la necesidad de fortalecer la clasificación en origen, la valorización y la capacitación del personal, así como avanzar con la cooperación de municipios y en la articulación de actores (empresas recicladoras, estado en sus diferentes estamentos, organizaciones locales y la academia).

Las acciones correctivas priorizan diagnósticos cuali-cuantitativos, planes estratégicos participativos, capacitación técnica y campañas sobre la ECS, siendo la principal diferencia que la región de Misiones, Argentina requiere una mayor estructuración inicial de actores y comunicación, mientras que el ABC Paulista necesita consolidar y estandarizar procesos ya existentes con personal calificado, según manifestaron los agentes entrevistados en las micro-regiones analizadas.

Consideraciones a partir del análisis AMFE

El análisis AMFE aplicado al procedimiento de gestión de RSD permitió identificar los modos de falla más relevantes, sus causas específicas en las micro-regiones de Misiones (Argentina) y del ABC Paulista (Brasil), así como las acciones correctivas incorporadas en los procedimientos desarrollados por GiRSDoMM.

La sistematización de riesgos a través de los indicadores de Severidad, Ocurrencia y Detección permitió exponer la situación en ambos espacios territoriales, revelando que los mayores riesgos están asociados a la falta de articulación entre actores, la inexistencia de grupos de trabajo específicos y la débil planificación para la gestión desde el punto de vista sistémico y el cumplimiento de plazos mediante un plan de comunicación.

Se evidencia que en cada territorio existen características propias que condicionan las dinámicas de gestión, y por ello, no existen soluciones únicas o replicables de manera automática. Las acciones serán según el caso, donde las prácticas de EC a implementar deberán adaptarse a las particularidades locales de cada municipio y micro-región, considerando la urgencia en la gestión de ciertos residuos —por su impacto ambiental o social— como así también el volumen de generación de cada territorio. Sin embargo, se demuestra que la implementación del instrumental metodológico propuesto, podría contribuir a mejorar la gestión de los RSD, ya que actualmente se presentan modos de falla que están contemplados en las fases del modelo desarrollado en el CAPITULO 2. Dicho esto, se evidencia que el instrumental metodológico desarrollado posee mecanismos que cubre modos de fallas previsibles, ya que posee medidas correctivas útiles para ambas micro-regiones y que, a su vez, puede ser extrapolables a otras micro-regiones, demostrando la capacidad de aplicación del modelo en otras regiones.

3.3 Modelado y simulación de escenarios para una micro-región de la provincia de Misiones, mediante Dinámica de Sistemas

Los modelos de simulación se han convertido en una herramienta valiosa para los responsables de la toma de decisiones, ya que permiten proyectar escenarios futuros y evaluar el impacto de diferentes estrategias de gestión (Sanchez Muñoz et al., 2023; Chengzhe et al., 2024).

Mediante la dinámica de sistemas (DS) se puede determinar las influencias entre variables y su posible evolución a través del tiempo, simulando políticas para la toma de decisiones (Forrester, 1981).

En los últimos años se ha utilizado DS para abordar grandes desafíos en el mundo, entre ellos los relacionados al ambiente y la generación de los residuos (Ibarra Vega y Redondo, 2015; Islam et al., 2019; Rafew et al., 2022; Sanchez Céspedes et al., 2022; Da Silva et al., 2023; Tognato de Oliveira et al., 2023; Pérez Moreno et al., 2024; Rafizul et al., 2024; Ranjbari et al., 2024).

A partir de los datos primarios recabados en la investigación, se procedió a realizar la simulación de escenarios mediante DS a través del software Vensim PLE v10.3.2, donde se han formulado estrategias que demuestran contribuciones en la gestión de los RSD, como consecuencia de implementar el instrumental metodológico GiRSDoMM en municipios y en la micro-región. Estas contribuciones se refieren a la disminución de la cantidad de residuos a disponer en el relleno sanitario y de la huella de carbono generada.

Para aplicar DS y simular el comportamiento del sistema (micro-región) compuesto por dos municipios de Misiones, Argentina, se siguieron los pasos que se describen a continuación:

- Paso 1: Descripción del caso y definición del objetivo del modelo de DS,
- Paso 2: Definición del problema: variables de nivel, flujo y auxiliares,
- Paso 3: Modelado del sistema a partir de datos primarios,
- Paso 4: Validación del modelo desarrollado,
- Paso 5: Simulación de escenarios.

Paso 1: Descripción del caso y definición del objetivo del modelo de DS

Para el caso de análisis, se presenta un modelo de DS sobre la gestión de los RSD, desarrollado para la micro-región específica ubicada en la zona centro de la provincia de Misiones de Argentina, integrada por dos municipios A y B con características descritas en la sección anterior (Tabla 3.6). Ambas localidades presentan condiciones y características diferentes, que evidencian necesidades de colaboración para abordar la situación problemática, relacionada con la recolección de los RSD, tratamiento y aumento en sus capacidades de gestión.

En DS y RSD se integran diversos aspectos críticos de la gestión, conformando una dinámica del sistema, que incluye la tasa de reciclaje, compostaje, la generación de residuos, el porcentaje de personas atendidas por la recolección, los recursos invertidos en transporte, las distancias recorridas por los camiones recolectores, el crecimiento de la población y otras influencias.

Uno de los municipios en cuestión (A), se encuentra entre los tres más poblados de la provincia de Misiones, además posee una tasa de crecimiento poblacional positiva y cuenta con estrategias para

mejorar la situación de los residuos, tales como puntos para depositar reciclables y campañas de aprovechamiento de orgánicos en su fase inicial (Figura 3.5).



Figura 3.5: Taller realizado sobre compostaje. Fuente: <https://obera.gob.ar/se-desarrolla-el-taller-teoria-del-compostaje/>

El otro municipio (B), que integra el modelo para la simulación es considerado "periférico", con una población igual al de la mayoría de los distritos provinciales, con escasa infraestructura para la recolección y manejo de los RSD.

El análisis e interacción de las variables del sistema (Municipios A y B), permite simular escenarios para una micro-región en un determinado tiempo, cuyo objetivo es evaluar el impacto de posibles políticas y estrategias que pueden contribuir a la toma de decisiones y en consecuencia, para promover la sostenibilidad y eficiencia en la gestión de RSD de la micro-región considerada.

Paso 2: Definición del problema: variables de nivel, flujo y auxiliares

En el modelo de DS, las variables de nivel son aquellas que representan cantidades acumuladas o almacenadas en el sistema, tales como los "depósitos" que se llenan o vacían con los flujos, por ejemplo, la Población, los RSD de un municipio, mientras que las variables de flujo describen la tasa de cambio o transferencia entre los niveles (reducción, recolección, aprovechamiento).

Los datos correspondientes a las variables se determinaron a través del trabajo de campo realizado en ambos municipios de la provincia de Misiones, además de encuestas e informes gubernamentales provinciales a los que se accedió en el desarrollo de la investigación.

En la representación del modelo, también se tomó variables auxiliares, siendo estas las que permiten vincular las variables de flujo y de nivel, haciendo que el modelo de DS sea más comprensible y real, entre las que se encuentran, la tasa de crecimiento poblacional, tasa de reciclaje, tasa de aprovechamiento de residuos (Vensim PLE v10.3.2, Forrester 1998; Aracil 2008).

El modelo de dinámica de sistemas (DS) ha sido desarrollado tomando como referencia diversos estudios previos enfocados en el ámbito de la gestión de residuos y la sostenibilidad tales como los de Rafew et al. (2022), Hosseinalizadeh et al. (2022), Jovičić et al. (2022), De Oliveira et al. (2023), Liu et al. (2023), Yang et al. (2024), Xu et al. (2024), Zhao et al. (2025) y Nguyen et al. (2025); los cuales abarcaron temáticas como planificación energética a partir de residuos sólidos urbanos, evaluación de políticas en el sector de residuos, gestión del desperdicio de alimentos, tratamiento de residuos en condiciones extremas, pronóstico y control de residuos en contextos urbanos, la simulación de la huella de carbono digital y el análisis de políticas de reciclaje en la cadena de suministro. Por lo tanto, se han integrado elementos metodológicos y conceptuales de distintos trabajos, adaptándolos al contexto específico de la investigación: RSD en una micro-región integrada por dos municipios de Misiones Argentina.

Paso 3: Modelado del sistema a partir de datos primarios

En éste paso se definieron los elementos (variables y datos) necesarios para simular el sistema conformado por el municipio A y el municipio B (ANEXO 3.13) y con ellas se elaboró el diagrama de influencias para la posterior construcción del diagrama de Forrester que se presenta en la Figura 3.6 También se incorporan los retardos necesarios que determinan el comportamiento del sistema.

El modelo de la Figura 3.6 comprende la simulación de los sistemas actuales de cada municipio (A y B) e incluye las acciones que podrán reducir la cantidad de RSD a depositar en los rellenos sanitarios, si estos dos municipios trabajan en conjunto (Emisión de la Huella de Carbono y cambio en la cantidad de RSD a Disposición Final).

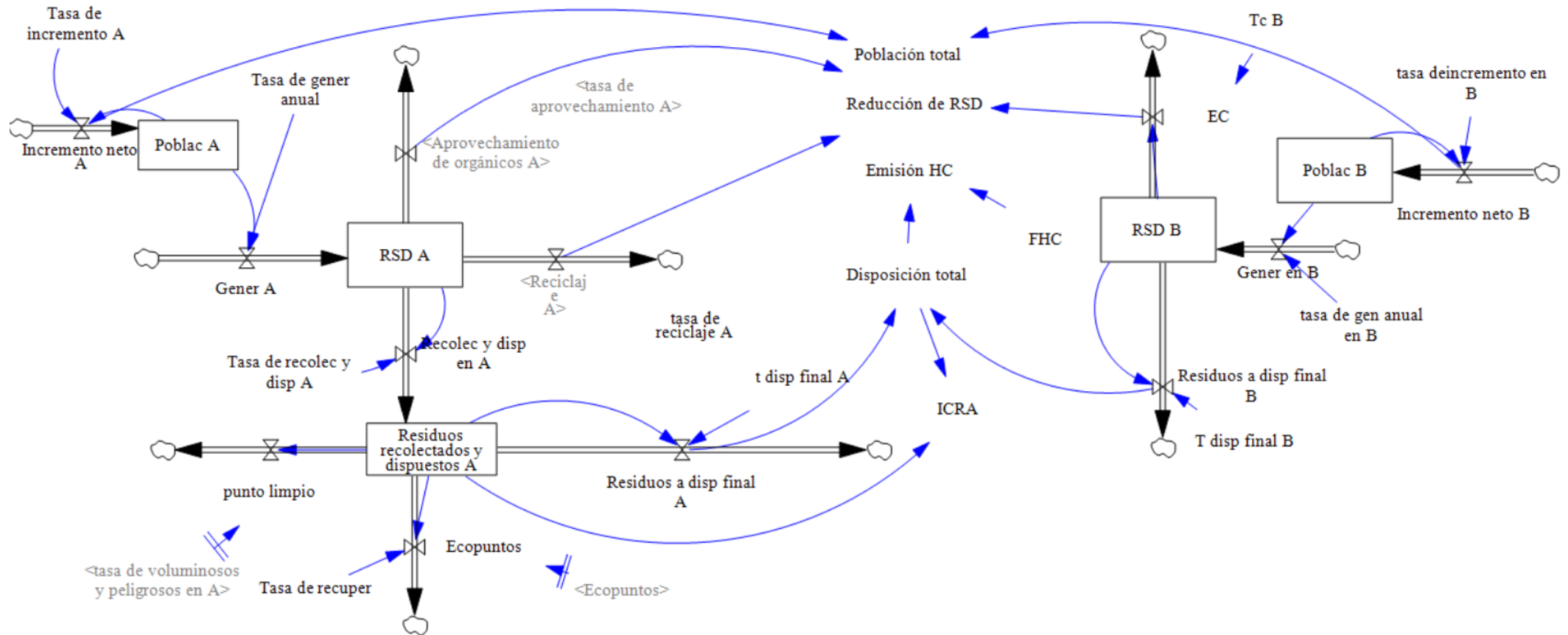


Figura 3.6: Diagrama de Forrester. Fuente: elaboración propia a través de Vensim PLE v10.3.2.

Paso 4: Validar el modelo de simulación desarrollado

Rodríguez Andrade & Ibarra Vega (2019) mencionan la importancia de verificar y validar el modelo, para ello se cotejaron unidades de variables, una a una y se verificó que el mismo cumple con el objetivo para el que se diseñó. Además se consultó con expertos en materia de gestión municipal de residuos sobre los datos históricos y mediante conversatorios con actores del Estado y la Academia de la región se logró determinar que el modelo desarrollado representa de manera adecuada la gestión de RSD de A y B, como los escenarios propuestos para mejorar. Además, con los expertos se confirmó que las estrategias planteadas en los escenarios pueden ser concretadas solamente a través de trabajo colaborativo entre ambos municipios y con presencia de actores de la Cuádruple Hélice (Estado, Empresa, Organizaciones Locales y Academia), debido a que no podría llevarse a cabo individualmente, debido a los escasos recursos y capacidades municipales del municipio B, catalogado como un municipio periférico.

En el diagrama de Forrester (Figura 3.6) se presentan actividades tales como reciclaje y compostaje de RSD en base a la colaboración entre un municipio periférico "B" y la segunda ciudad más grande de la provincia de Misiones "A". Antes de simular los escenarios, el modelo pasó por un chequeo de unidades y de sintaxis en el software (check model) para determinar que estuviera correctamente elaborado, sin errores.

Paso 5: Simulación de escenarios futuros

El municipio A es una localidad de más de 70.000 habitantes, que ha experimentado un crecimiento significativo de la población en los últimos años (INDEC, 2022), y en consecuencia incrementado la generación de sus residuos sólidos domiciliarios en el municipio A (RSDA de la Figura 3.6). A pesar de los esfuerzos realizados por el Estado local para gestionar adecuadamente estos residuos, el sistema actual presenta deficiencias que afectan la calidad de vida de los ciudadanos y el medio ambiente, como así también una expansión urbana creciente. En este contexto y con las perspectivas que se planean a futuro, a nivel municipal y regional resulta interesante analizar el fenómeno desde el punto de vista de la dinámica de sistemas a través de actividades de cooperación entre ambos municipios y con otros actores clave, con el objetivo de disminuir el volumen de residuos a depositar en el relleno sanitario. Gracias a prácticas gubernamentales de EC vigentes, mayormente presentes en ciudades más grandes (localidades con más de 50.000 habitantes), algunos municipios logran economías de escala que les permiten utilizar residuos como materia prima para otros procesos, dándole más de una vida a través de ciclos técnicos y biológicos, tales como el reciclaje y compostaje respectivamente (Informe de EC, 2024). Sin embargo, la colaboración entre los municipios y actores clave, pueden mejorar la cantidad de residuos aprovechados antes de su disposición final. Ello puede lograrse a través del trabajo mancomunado (entre 1, 2 o más municipios y actores locales clave), logrando consolidar redes de cooperación para disminuir la cantidad de residuos disponer en el relleno sanitario, además de generar oportunidades de negocios para los RSD de la región, que antes eran inexistentes, por no contar con capacidades y recursos para hacerlos realidad.

A partir del modelo, se puede proyectar que en el año 2030 la población de ambos municipios (A y B) se incrementará y llegará a 181.139 personas (Figura 3.7). En consecuencia, el aumento de población (aproximadamente asciende al 100 % en 7 años) también traerá consigo un incremento en la generación de los residuos en la micro-región constituída por los dos municipios.

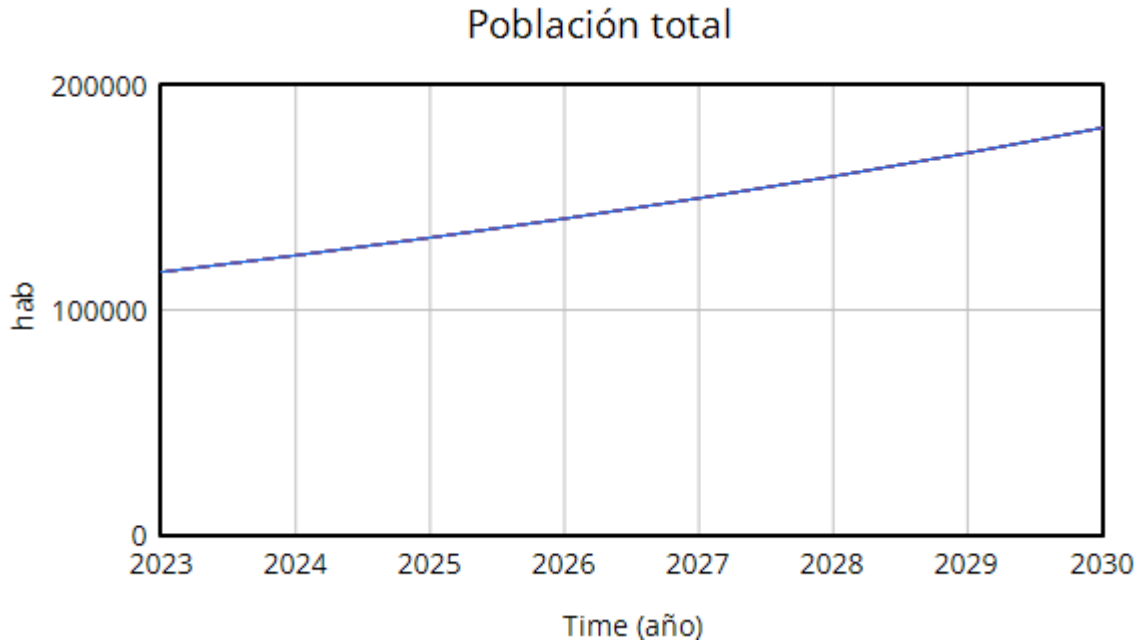


Figura 3.7: Crecimiento de la población en los municipios. **Fuente:** elaboración propia mediante Vensim PLE v10.3.2

Para analizar las mejoras en materia de gestión de RSD en la micro-región a través de las actividades colaborativas ente municipios, se presentan los siguientes escenarios (Tabla 3.10), donde se plantean estrategias de reciclaje de inorgánicos y aprovechamiento de orgánicos, potenciando capacidades regionales mediante la ejecución y control de actividades relacionadas a planes debidamente consensuados entre los actores clave de la micro-región considerada.

Tabla 3.10: Estrategias utilizadas para simular los escenarios.

Estrategia / Escenario	Escenario 1- Actual	Escenario 2	Escenario 3	Escenario 4
Estrategia 1: Colaboración y acciones logradas (Capacidad ⁵¹)	Muy Baja	Baja	Moderada	Alta
Estrategia 2: Reciclaje	A: 10 % - B: 0,5 %	A: 20 % - B: 2 %	A: 30 % - B: 10 %	A: 50 % - B: 25 %
Estrategia 3: Aprovechamiento de orgánicos	A: 10 % - B: 0,5 %	A: 10 % - B: 5 %	A: 20 % - B: 5 %	A: 50 % - B: 25 %

Fuente: elaboración propia.

⁵¹ Capacidades propuestas en los escenarios en base al Índice de Capacidad Organizacional - ICO desarrollado (Ver: Anexos 2.8 ICO y 2.13 acciones para reforzar en los planes de acción, según el valor resultante del ICO calculados por el Grupo de trabajo (GT) de la red que desea mejorar la gestión de los RSD.

Las estrategias planteadas en la Tabla 3.10 se podrán concretar a través de planes gestores enfocados en la EC, es decir a través de la ejecución y control (CAPÍTULO 2, Fase 3: Ejecución y control).

En el año 2023, el municipio B no contaba con actividades de Economía Circular (EC). Por lo tanto, en el modelo de DS (Figura 3.5) se simuló la incorporación gradual de EC mediante actividades colaborativas entre los municipios, dado que implementando el instrumental metodológico desarrollado en el CAPÍTULO 2, se pueden mejorar las capacidades (potenciando el municipio periférico) y con ello la gestión de los RSD de la micro-región (municipios A y B).

Mediante la incorporación de actividades de EC se reduce la cantidad de RSD a disponer en el 2030, se disminuye la cantidad de residuos a transportar hasta los rellenos sanitarios, (disposición final), baja la emisión de la Huella de Carbono (HC), entre otros beneficios. En correspondencia, la reducción de los RSD que se obtendría en la micro-región, en base a los escenarios detallados en la Tabla 3.11. Se puede observar que la cantidad de residuos enviados a rellenos sanitarios presentaría una disminución significativa (Figura 3.8).

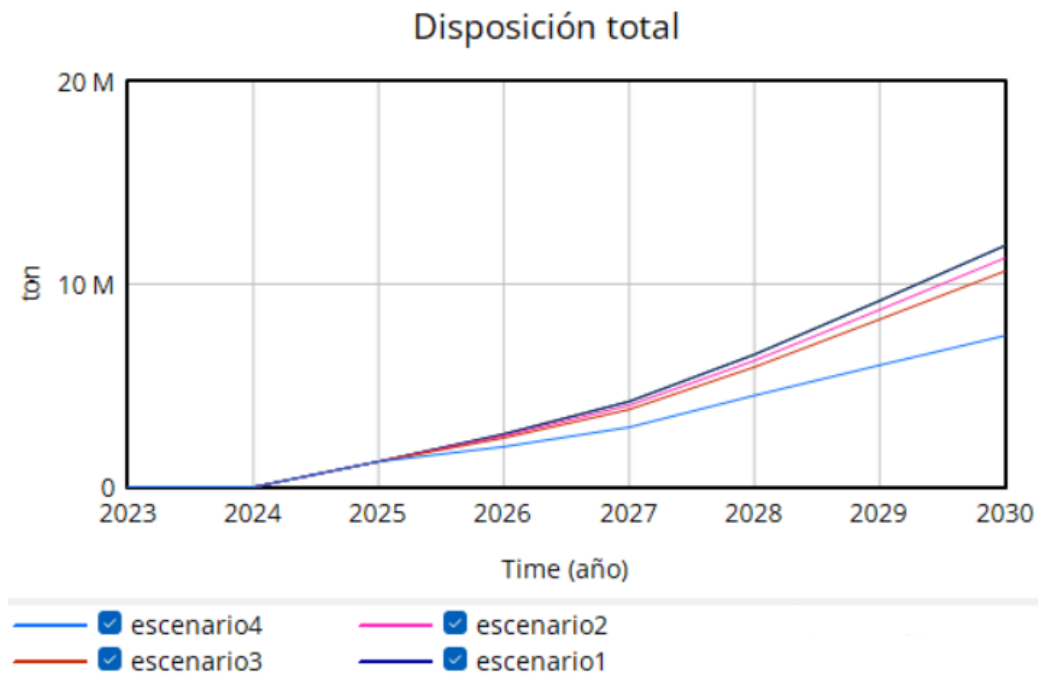


Figura 3.8: Disposición final de residuo en los municipios con escenarios de EC. **Fuente:** elaboración propia Mediante Vensim PLE v10.3.2

Asimismo, al re-aprovechar residuos se disminuye la huella de carbono — entendida como el indicador que cuantifica las emisiones de gases de efecto invernadero expresadas en KgCO_2 equivalente producto de la descomposición de residuos y el uso de recursos — generada por los municipios A y B (Figura 3.9) ya que el volumen de residuos a transportar y a disponer en el relleno sanitario será menor.

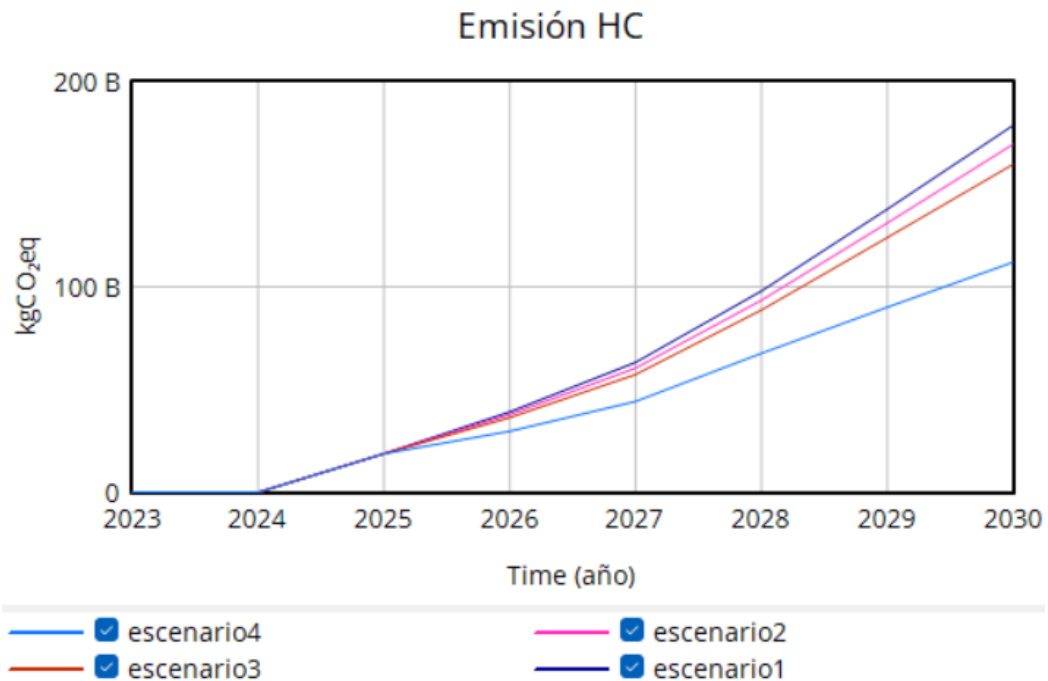


Figura 3.9: Emisión de carbono con escenarios de EC. **Fuente:** elaboración propia Mediante Vensim PLE v10.3.2

La simulación de los escenarios, que incluyen un retardo en su ejecución (debido a que la reacción de actores clave para re-aprovechar residuos no es espontánea), permite proyectar los beneficios derivados de la aplicación del modelo y sus procedimientos, mediante los mecanismos de cooperación incluidos en el mismo.

A través de las corridas de los escenarios (Tabla 3.12) se han extraído valores previstos de implementación del modelo GiRSoDoMM, los cuales indican toneladas de residuos y HC en kilogramos de carbono equivalente para los escenarios simulados en la Tabla 3.10. En la Tabla 3.11 se observa el respectivo escenario con el valor acumulado para el año 2030 de toneladas de RSD reinsertados mediante la EC (aumenta con campañas de compostaje y reciclaje), cifras de disposición final de RSD (disminuye porque se aplica EC) y valores de la HC para cada escenario (a mayor capacidad organizacional del GT y disminución de RSD por EC, menor HC).

Tabla 3.11: Resultados acumulados para el año 2030 en base a los escenarios simulados.

Parámetro evaluado	Escenario 1- Actual	Escenario 2	Escenario 3	Escenario 4
Capacidad organizacional	Muy Baja (menos deseable)	Baja	Moderada	Alta (deseable)
Cantidad de RSD reinsertados mediante EC (t)	3.93812e+06	6.64795e+06	1.11657e+07	1.04719e+08
Disposición Final al 2030 (t)	1.19131e+07	1.12983e+07	1.06508e+07	7.4718e+06
Emisión de Carbono al 2030 (KgCO ₂)	1.78696e+11	1.69475e+11	1.59762e+11	1.12077e+11

Fuente: elaboración propia.

Como se observa en la Tabla 3.12, las mejoras son significativas, especialmente cuando la EC en ambos municipios alcanza un indicador del 50 % (Escenario 4), lo que significa que la mitad de los

RSD no se disponen en los rellenos sanitarios, sino que se destinan a otros procesos, dándole otra vida. Asimismo, la capacidad del GT de la micro-región es alta, es decir, los actores se encuentran trabajando activamente y poseen un progreso positivo (según el ICO y el IPP del Instrumental metodológico descrito en el CAPÍTULO 2).

Los escenarios simulados han sido planteados a partir de la capacidad organizacional actual en 2023 (menos deseable) hacia un escenario con actividades de EC (deseable) en base a lo que propone ISWA y la UE en la pirámide: la práctica de disposición final de RSD como menos deseable y reducción en la generación de residuos por prácticas circulares (10R) como lo más deseable (CAPÍTULO 1, Figura 1.9).

Según el ICO propuesto en el instrumental metodológico (CAPÍTULO 2, Paso 3.4: Cálculo del Índice de Capacidad Organizacional) el GT conformado avanzará en la colaboración municipal y con ello la capacidad organizacional alcanzada presentará un valor periódico medible y que indicará el progreso. Asimismo, la cantidad de residuos a disponer en el relleno sanitario disminuirá y se logrará mayor circularidad de los RSD.

Consideraciones del modelo

La tasa de mitigación de la HC por la naturaleza se considera constante para el modelo. Sin embargo, la mitigación es una variable cuantificable y se produce en función de las emisiones y absorciones del ecosistema, que varían según factores como la cobertura vegetal, el uso del suelo, la disponibilidad de biomasa, las condiciones climáticas y la capacidad de regeneración de los ambientes naturales en un territorio.

La simulación se realizó en base a los datos reunidos hasta el año 2025. Se simuló y se analizó implementación de mecanismos de GiRSDoMM en el periodo 2023-2030, donde se analizó:

- La Curva de disminución de cantidad de residuos, en función del tiempo y las estrategias aplicadas (en % de circularidad de RSD) para disminuir la cantidad de residuos a depositar en el relleno sanitario,
- Impacto en la huella de carbono según el nivel de colaboración y participación comunitaria en los municipios A y B,
- Sensibilidad del sistema a cambios en la tasa de reciclaje o compostaje, es decir, la variación de cantidad de residuos a depositar (disposición final) al incrementar tanto en reciclaje de inorgánicos como el compostaje de orgánicos en ambos municipios.

A continuación, se realiza un análisis de RSD a nivel regional, dado que la reducción de RSD a depositar en rellenos sanitarios se logrará mediante el trabajo de actores de las Cuatro Hélices.

Escenario futuro: se disminuye el 10 % de los residuos a disponer en el relleno sanitario de municipios de la zona centro de la provincia de Misiones, Argentina.

Frente al escenario actual, se evidencia que la colaboración de actores puede contribuir a gestionar los RSD y mejorar las capacidades organizacionales de los municipios (aplicación de GiRSDoMM).

En este contexto, es interesante mencionar que la estación de transferencia de residuos de Oberá ubicada en las afueras de la ciudad, atiende a varios municipios de la región (Figura 3.10) donde llegan entre 130 y 150 t de residuos diarios, los cuales son compactados, dispuestos en contenedores y transportados al relleno sanitario de la localidad de Fachinal que dista 74 km de Oberá. La Empresa AESA Misiones S.A cobra un arancel por peso (kg) transportado y es quien se encarga de la disposición final de los mismos.

Por lo tanto, disminuir el volumen (y con ello la cantidad de Kg) de residuos contribuirá a minimizar los costos asociado al transporte y disminuir el impacto ambiental que ocasiona disponer residuos en rellenos sanitarios. Asimismo, es pertinente señalar que, mediante prácticas de EC, se capitalizan ventajas regionales donde la articulación entre actores locales facilita la implementación de estrategias de gestión sin depender de tecnologías de alta complejidad o elevado costo de inversión inicial.

El análisis realizado, puede extenderse a la implementación del instrumental metodológico GiRSDoMM en una micro-región que integre a los municipios A, B y otros periféricos, tal como se muestra en la Figura 3.10.

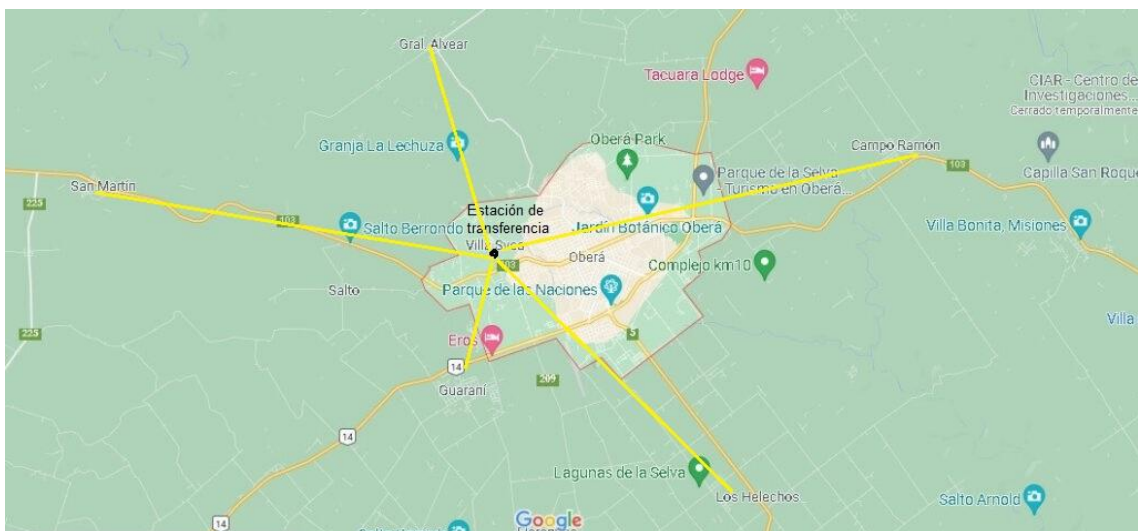


Figura 3.10: Escenario posible: integración de municipios A, B y otros periféricos de la zona centro de Misiones, Argentina.
Fuente: elaboración propia a partir de Google Maps.

Con base en el espacio territorial delimitado (Figura 3.10) de la zona centro de la provincia de Misiones, Argentina, se observa la presencia de varios municipios de pequeña escala demográfica en la periferia de la ciudad cuya Estación de Transferencia (ET) se encuentra situada en dicha localidad (Oberá). Tal como se evidencia en la Tabla 3.12, los municipios presentan valores que reflejan la dispersión poblacional y geográfica (periféricos), lo cual implica que centralizar la recolección de residuos en la estación de transferencia de Oberá requiere recorrer distancias significativas.

Tabla 3.12: Características de municipios periféricos pertenecientes a la micro-región de la ciudad de Oberá, Misiones, Argentina, según el escenario propuesto.

Municipio [nombre]	Población [hab]	Distancia a la Estación de Transferencia (ET) de Oberá [km]	Cantidad de RSD generada [kg/mes]	Cantidad de camiones (10 t/camión) [camiones]	[km] recorridos hasta ET	[KgCO ₂ eq] 2.68 kg CO ₂ /l diesel
Oberá	117.979	4	2.477.559	247,8	991	664
Campo Viera ⁵²	10.078	28	211.638	21,2	592,6	397
Campo Ramón	1.477	19	31.017	3,1	58,9	39,5
Guaraní	4.857	7	101.997	10,2	71,4	47,8
General Alvear	1.431	9	30.051	3	27,0	18,1
Los Helechos	4.701	14	98.721	9,9	138,2	92,6
Florentino Ameghino	6.217	25	130.557	13,1	326,4	218,7
San Martín	2.126	15	44.646	4,5	67	44,9
Total	148.866	121	3.126.186	312,6	2.272,6	1.522,6

Fuente: elaborado a partir de datos propios recolectados en la investigación y valor de IPCC (2019), teniendo en cuenta que la GPC media de municipios es de 0.7 y que un camión consume 0.225 litros de diésel por kilómetro recorrido.

El análisis realizado, constituye un modelo GiRSDoMM y un escenario posible, solo si se implementa el instrumental metodológico desarrollado y con ello se logra reducir la cantidad de residuos a trasladar. Entonces, no solo se disminuirá la cantidad de residuos a disponer en rellenos sanitarios, sino que se podrá disminuir el costo implicado en transporte y la HC generada al quemar menos combustible. De acuerdo a la Tabla 3.12, reducir 10 % de RSD a transportar significa un ahorro en transporte de 31 camiones de 10 t al mes. Asimismo, en bonos de carbono significa un costo aproximado de 15.226.132 KgCO₂ eq que dependerá del valor⁵³ de los bonos en el momento de venta (en general es establecido con el comprador).

Lamentablemente, en el periodo 2025 a nivel provincial, se ha determinado que la cantidad de materiales reciclados respecto al año anterior, ha disminuido, según el "Relevamiento 2025 a la Industria del Reciclaje de Residuos Sólidos Urbanos de la Provincia de Misiones", ello se debe a la caída en el valor de los precios de los residuos comercializados, entre otras cuestiones. Asimismo, el desplome de precios de materiales reciclados ha sido tan abrupto que los canales de comercialización de algunos residuos se han paralizado.

⁵² En el año 2025, el municipio de Campo Viera lleva los residuos hasta el municipio de Campo Grande, es decir cada camión de basura recorre más 20 Km sólo para que la basura sea compactada. En el escenario propuesto el municipio B llevaría sus residuos a la ET de Oberá.

⁵³ En referencia al precio de [ClimateTrade.com](https://www.climate-trade.com) en 2023, donde los proyectos categorizados como "gestión de desechos (rellenos sanitarios y reciclaje de alimentos)" presentaron un precio promedio de US\$ 8,05 por t de CO₂, el ahorro mensual según el escenario (de reducción del 10 % de residuos a transportar) es de aproximadamente 122.569,76 USD.

Consideraciones a partir de los escenarios simulados mediante DS

Las prácticas circulares pueden disminuir el volumen (y con ellos cantidades en Kg) a depositar en el relleno sanitario, por lo tanto, mejorar la gestión. Ello se traduce en mejorar la calidad de vida al reducir la HC generada y ofrece diferentes oportunidades mediante Modelos de Negocio (MN), además de la asignación de recursos financieros provinciales para otros fines, debido al ahorro en el transporte de RSD a rellenos sanitarios.

Para el desarrollo del modelo de DS se llevaron a cabo entrevistas a personas que trabajan con residuos en la micro-región del caso de estudio, quienes:

- Reconocieron la importancia de la participación del Estado en sus diferentes estamentos, según fuera el caso, puesto que facilitaría el desarrollo de las actividades y contribuiría a dinamizar la cooperación de los actores involucrados.
- Afirmaron que la interacción de actores de las cuatro hélices, permitiría avanzar rápidamente y consolidar los emprendimientos conjuntos relativos a aprovechar residuos como recursos.
- Enfatizaron que el actor “Academia” ayudaría a introducir conocimiento e innovación, lo que facilitaría el desarrollo de las actividades circulares y de gestión de manera más efectiva. Sin embargo, mostraron cierto escepticismo sobre la intervención de las organizaciones locales, debido a la cultura y forma de trabajo de quienes lo integran. Por lo tanto, a partir de la investigación se evidencia la necesidad de trabajar en cooperación, lo que indica que la idea de cooperación está “latente” en la sociedad, y ha sido ya captada, tanto “de abajo hacia arriba” como “de arriba hacia abajo” por parte del Estado y los actores clave en la provincia de Misiones. Asimismo, algunos habitantes de los municipios periféricos, han comenzado con acciones para impulsar el reciclaje de los RSD, aunque sus prácticas resultan aisladas, por no disponer de un modelo y sus procedimientos que permitan una coordinación adecuada entre los actores, como lo propone el modelo GiRSDoMM desarrollado en esta investigación.

3.4 Conclusiones parciales

1. El instrumental metodológico propuesto con sus fases, etapas, pasos y herramientas, fueron considerados satisfactoriamente por el grupo de expertos seleccionados por su competencia y capacidad de análisis sobre el objeto de estudio, quienes calificaron al instrumental metodológico desarrollado como “robusto” para los fines que fue concebido, al evidenciar que representa una alternativa de gestión para los RSD, posibilita obtener los beneficios previstos y fomenta la cooperación activa entre los actores locales de una micro-región.
2. El análisis AMFE para el caso de la provincia de Misiones, Argentina y de municipios de San Paulo, Brasil evidenció que los principales riesgos en la gestión de los RSD se relacionan con la falta de articulación entre actores, la ausencia de grupos de trabajo específicos y la debilidad en la planificación de acciones, con ello se demostró que el instrumental desarrollado

GiRSDoMM posee mecanismos que permiten minimizar dichos riesgos en las micro-regiones analizadas. Estos hallazgos refuerzan la necesidad de fortalecer la cooperación y fomentar la articulación de los actores de la Cuádruple Hélice en los territorios.

3. La simulación mediante escenarios en DS con aplicación de estrategias de economía circular en la micro-región de la provincia de Misiones, permiten inferir que mediante la cooperación de actores, a través de la aplicación del modelo propuesto, permitiría lograr un mejor aprovechamiento de las capacidades y con ello, la posibilidad de consensuar actividades de reciclaje y compostaje en municipios, disminuyendo la HC asociada a la disposición final y al transporte, como así también costos municipales y provinciales que liberan recursos para otros fines.

CONCLUSIONES GENERALES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones generales

Como resultado de la investigación sintetizada de la presente tesis doctoral, se arribó a las siguientes conclusiones generales:

1. En los municipios de Misiones, Argentina, la discusión sobre el reciclaje y compostaje de los residuos en general es un tema recurrente; sin embargo, en muchos casos, esta discusión carece de respaldo mediante estudios técnicos y diagnósticos realizados directamente sobre la realidad local. Por lo tanto, un diagnóstico de RSD de forma cuali-cuantitativa contribuye significativamente al planeamiento estratégico porque permite identificar con precisión las mejoras necesarias para los municipios de la micro-región considerada.
2. La revisión del “estado del arte y de la práctica” ha revelado la necesidad de implementar soluciones que permitan mejorar los procesos de gestión de los RSD y las capacidades de los municipios, a través de procesos estratégicos orientados a la planificación participativa, el uso de recursos de las cuatro hélices y la implementación de prácticas de economía circular, contribuyendo al fortalecimiento institucional y al desarrollo local sostenible de los territorios donde se aplican.
3. El instrumental metodológico (modelo conceptual, procedimiento general y específicos) desarrollados en el marco de la investigación constituye una alternativa que permite mejorar la gestión de los RSD en municipios y micro-regiones de la provincia de Misiones, mediante la participación de actores locales y toma de decisiones participativa, lo que contribuye a mejorar sus capacidades organizacionales. Por ello, constituye una solución alternativa para potenciar el conjunto de recursos y capacidades presentes en el territorio a través de la cooperación.
4. El Índice de Capacidad Organizacional (ICO) y el Indicador de Progreso de Proyecto (IPP) desarrollados específicamente como parte del instrumental metodológico del GiRSDoMM permiten desarrollar métricas adecuadas y pertinentes para el monitoreo de la aplicación, en el marco de un proceso de mejora continua.
5. El consenso alcanzado entre los expertos que han evaluado el instrumental metodológico valida ex-ante la pertinencia y utilidad del herramental propuesto, donde el modelo se configura como una propuesta alternativa para fortalecer la gestión de los RSD creando la sinergia entre actores del Estado, Academia, Organizaciones Locales y Empresas, contribuyendo al desarrollo sostenible de municipios y micro-regiones de la provincia de Misiones, sin perjuicio a que se pueda extender su aplicación a otras provincias y/o regiones.
6. La hipótesis general de la investigación ha sido comprobada al constatarse que el modelo alternativo de gestión de Residuos Sólidos Domiciliarios (RSD), basado en la participación de actores locales y el aprovechamiento de ventajas regionales (a través de la Cuádruple Hélice) puede mejorar la gestión, la asignación de recursos y dinamizar los sistemas locales en

municipios y micro-regiones de Misiones. Su factibilidad, pertinencia y robustez fueron verificadas mediante expertos (Delphi), por el AMFE en dos micro-regiones y mediante la simulación de escenarios en Dinámica de Sistemas evidenciando que el instrumental metodológico incorpora mecanismos que minimizan potenciales fallas y cuya implementación disminuye la cantidad de RSD a depositar en los rellenos sanitarios, minimizando la huella de carbono generada en municipios y micro-regiones que lo apliquen.

Recomendaciones

- Continuar con el proceso de aplicación del modelo desarrollado y sus procedimientos, en municipios y micro-regiones de la provincia de Misiones, Argentina.
- Fortalecer y consolidar el trabajo colaborativo interdisciplinario e interinstitucional iniciado en esta investigación, con el fin de extender sus resultados en líneas de investigación desarrolladas en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Misiones (FI-UNaM) a los actores clave, tal que permitan desarrollar instrumentos alternativos y complementarios a los del modelo, perfeccionándolo.
- Explorar oportunidades de generación de créditos de carbono, modelos de negocio y otros activos ambientales derivados de mejoras en reciclaje y tratamiento de residuos, aprovechando la ubicación estratégica de Misiones en la Selva Paranaense y su posición fronteriza con Brasil y Paraguay.
- Finalizar el sitio web GiRSDoMM y adoptar como plataforma de difusión y comunicación del instrumental metodológico, tal que permita el seguimiento, actualización e implementación del modelo en sus fases, etapas y pasos, en municipios y/o microregiones de la provincia de Misiones y de otras provincias dispuestas a hacerlo.
- Proseguir con la divulgación de los resultados obtenidos en esta investigación a través de publicaciones y presentaciones en eventos científico-tecnológicos, en los estamentos gubernamentales de municipios de la provincia, y en aquellos organismos del estado que tienen la responsabilidad de velar la gestión de residuos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y OTRAS FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Afonso, O. S., Monteiro, M. & Thompson, E. (2012). A growth model for the Quadruple Helix. *Journal of Business Economics and Management*, 13(5), 849–865. <https://doi.org/10.3846/16111699.2011.626438>
2. Agea Carrera, E. (2023). *Circular de Economía*. Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona, España. <https://hdl.handle.net/2117/386130>
3. Agenda 2030 – ODS Argentina. (sf). *Objetivos de Desarrollo Sostenible en Argentina*. <https://www.odsargentina.gob.ar/>
4. Ahmad, S., Wong, K. Y. & Rajoo, S. (2019). Sustainability indicators for manufacturing sectors: A literature survey and maturity analysis from the triple-bottom line perspective. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 30(2), 312–334. <https://doi.org/10.1108/JMTM-03-2018-0091>
5. Akomea-Frimpong, I., Tetteh, P. A., Ofori, J. N. A., Tumpa, R. J., Pariafsai, F., Tenakwah, E. S., Asogwa, I. E., Vanapalli, K. R., Adu-Gyamfi, G., Kukah, A. S. & Tenakwah, E. J. (2024). A bibliometric review of barriers to circular economy implementation in solid waste management. *Discover Environment*, 2(20). <https://doi.org/10.1007/s44274-024-00050-4>
6. Alburquerque, F., Llorens, J.L., & Del Castillo, J. (2002, abril). *Estudios de caso de desarrollo económico local en América Latina*. Banco Interamericano de Desarrollo. <http://dx.doi.org/10.18235/0009771>
7. Alejandrino, C., Mercante, I. & Bovea, M. D. (2021). Evaluación de la sostenibilidad del ciclo de vida: Lecciones aprendidas de estudios de caso. *Environmental Impact Assessment Review*, 87, 106517. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2020.106517>
8. Alejandrino, C., Mercante, I. T. & Bovea, M. D. (2022). Combinación de O-LCA y O-LCC para impulsar estrategias de EC en organizaciones: Metodología y estudio de caso. *Journal of Cleaner Production*, 336, 130365. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.130365>
9. Altschuler, B. (2003). *Dificultades y oportunidades del desarrollo económico local en Argentina* [Tesis de maestría, Universidad Internacional de Andalucía]. Repositorio de la Universidad Internacional de Andalucía. http://biblioteca.municipios.unq.edu.ar/modules/mislibros/archivos/altschuler_barbara.pdf
10. Álvarez Bermúdez, M. P., Mendoza Cadena, J. F., Celis Rojas, J. J., Larrota Cubillos, T. P. & Delgado Mesa, J. D. (2021). *Caso de estudio de las ciudades inteligentes Singapur (Singapur) - Bogotá (Colombia) 2020* [Informe de investigación]. Universidad Ean, Bogotá, Colombia. <http://hdl.handle.net/10882/11361>
11. Álvarez, L. F. (2017). *Modelos de gestión*. Fundación Universitaria del Área Andina, Bogotá, Colombia. <https://digitk.areandina.edu.co/handle/areandina/1394>
12. Álvarez, P. (2024, 17 de mayo). Programa de compostaje comunitario en el Instituto Misionero de Biodiversidad [Reunión de Zoom en el marco del Día del Reciclaje]. *Ciclo de capacitaciones en EC para municipalidades, Jornada 3*. Posadas, Misiones, Argentina.
13. Ángel Sanint, E. (2010). *Métodos cuantitativos para la toma de decisiones ambientales*. Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia.

14. Arciénaga Morales, A. (2025). *Material didáctico del curso de posgrado: Economía circular* [Material de uso interno]. Universidad Nacional de Entre Ríos, Concepción del Uruguay, Entre Ríos, Argentina.
15. Arciénaga Morales, A., Villanueva, B. M., Aguerre, P. E. & Rey, L. G. (2024). Ingeniería Industrial, empresa y estrategia. *Salta: IIDISA y CUP*. Universidad Nacional de Salta, Salta, Argentina.
https://drive.google.com/file/d/1XquwH0_sLlzTOTwxgDajOl8hF4585Vn9/view
16. Argentina. Congreso de la Nación. (2014). *Código Civil y Comercial de la Nación* [Ley 26.994, vigente desde el 1 de agosto de 2015]. Boletín Oficial de la República Argentina.
https://www.saij.gob.ar/docs-f/codigo/Codigo_Civil_y_Comercial_de_la_Nacion.pdf
17. Arnkil, R., Järvensivu, A., Koski, P. & Piirainen, T. (2010). *Exploring the Quadruple Helix Report of Quadruple Helix Research for the CLIQ Project*. Centro de Investigación del Trabajo, Universidad de Tampere, Finlandia.
https://www.researchgate.net/publication/262026073_Exploring_the_Quadruple_Helix_Report_of_Quadruple_Helix_Research_For_the_CLIQ_Project
18. Arroyo, D. (2002). Los ejes centrales del desarrollo local en Argentina [Material de curso de posgrado]. En *Curso "Desarrollo local y Economía social"*. FLACSO, Buenos Aires, Argentina.
19. Arroyave, J., González-Pardo, R., Campis Carrillo, R. M. & Repiso, R. (2024). Producción científica sobre Objetivos de Desarrollo Sostenible en los países hispanoamericanos: similitud e impacto. *Investigación Bibliotecológica*, 38(100), eib01005890210.
<https://doi.org/10.22201/iibi.24488321xe.2024.100.58902>
20. Otwong, A., Jongmeewasin, S. & Phenrat, T. (2021). Obstáculos legales para la EC en Tailandia: Vertido ilegal de residuos industriales peligrosos reciclables. *Journal of Cleaner Production*, 302, 126969.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126969>
21. Ávila-Gutiérrez, M. J., Martín-Gómez, A., Aguayo-González, F. & Córdoba-Roldán, A. (2019). Marco de normalización para la sostenibilidad desde la EC 4.0. *Sustainability*, 11(22), 6490.
<https://doi.org/10.3390/su11226490>
22. Bajaña, N. R. & Sifontes, M. G. A. (2018). El desarrollo territorial a partir de un modelo de Cuádruple Hélice: universidad-gobierno-empresa-comunidad. *Desarrollo y Territorio*, (4), 21–29. Recuperado a partir de <https://desarrolloyterritorio.unvm.edu.ar/ojs/index.php/desarrolloyterritorio/article/view/461>
23. Balet, J. M. (2011). *Aide-mémoire Gestion des déchets* (3a ed.). Dunod. París, Francia.
24. Barahona, R. J., Martínez, A. & Haro, A. (2023). Planificación estratégica y niveles de competitividad en la Empresa Pública Municipal para la gestión integral de residuos sólidos. *Prometeo Conocimiento Científico*, 3(2), e22.
<https://doi.org/10.55204/pcc.v3i2.e22>
25. Barbosa, R. (2007). *Metodología para la conformación de mesas temáticas de concertación público-privadas*. Programa Fortalecimiento de la Economía y el Empleo (MI-NEZ/GTZ). Colonia San Benito, El Salvador.
26. Barles, S., Le Bozec, A., Buclet, N. & Keck G. (2012). Que faire des déchets ménagers? *Éditions Quae*, 27–44.
27. Barradas Rebolledo, A. (2009). *Gestión integral de residuos sólidos municipales: estado del arte*. Gytsu, Miantilán, Veracruz, México.
<https://oa.upm.es/1922/>

28. Barrera, R. & Cardona Giraldo, J. A. (2022). Simulación de una planta WtE (Waste to Energy) para la recuperación de energía a partir de residuos sólidos municipales en el Valle de Aburrá. *Revista ION*, 35(2), 71–81.
<https://doi.org/10.18273/revion.v35n2-2022006>
29. Bas Amorós, E., & Guilló López, M. (2011). Prospectiva y cultura de la innovación. *Ekonomiaz*, 76(01), 18-37. San Vicente del Raspeig, Alicante, España.
<https://doi.org/10.69810/ekz.1062>
30. Bauman, Z. (2007). *Vida de consumo*. Fondo de Cultura Económica. México, D. F.
31. Bengtsson, M., Alfredsson, E., Cohen, M., Lorek, S. & Schroeder, P. (2018). Transforming systems of consumption and production for achieving the sustainable development goals: Moving beyond efficiency. *Sustainability Science*, 13(6), 1533–1547.
<https://doi.org/10.1007/s11625-018-0582-1>
32. Berent, M., & Vedoya, D. (2006). Modelo de gestión ambiental de residuos sólidos urbanos. *Comunicaciones Científicas y Tecnológicas 2006*. Universidad Nacional del Nordeste, Resistencia, Chaco, Argentina.
<http://repositorio.unne.edu.ar/handle/123456789/58859>
33. Bertalanffy, L. von. (1976). *Teoría general de los sistemas: Fundamento, desarrollo, aplicaciones*. Fondo de Cultura Económica. México, D. F.
34. Berrón Ferrer, G. E. (2002). Aspectos básicos de una política para una gestión adecuada de residuos sólidos urbanos (RSU). *Ingeniería*, 6(2), 51-57. Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, México.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46760206>
35. Besen, G. R. (2011). *Coleta seletiva com inclusão de catadores: Construção participativa de indicadores e índices de sustentabilidade* [Tesis doctoral, Universidade de São Paulo]. Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, Brasil.
<https://doi.org/10.11606/T.6.2011.tde-28032011-135250>
36. Besen, G. R., Günther, W. M. R., Ribeiro, H., Jacobi, P. R. & Dias, S. M. (2017). *Gestão da coleta seletiva e de organizações de catadores: Indicadores e índices de sustentabilidade* [Libro electrónico]. Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, Brasil.
<https://doi.org/10.11606/9788588848245>
37. Banco Interamericano de Desarrollo. (2015). *Diagnóstico de la gestión integral de residuos sólidos urbanos en Argentina*.
<http://ars.org.ar/documentos-download/Banco%20mundial%20Diagn%C3%B3stico%20de%20la%20Gesti%C3%B3n%20Integral%20de%20RSU%20en%20Argentina%20BM%20-%20Jul%202015.pdf>
38. Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety. (2018). *Waste management in Germany 2018: Facts, data, diagrams*. Berlín, Alemania.
<https://www.bmu.de/en/publication/abfallwirtschaft-in-deutschland-2018>
39. Bocanegra Salinas, Y. K. & Servat Morales, M. P. (2024). Elementos de la experiencia de usuario (UX) que se relacionan con el uso de aplicativos móviles de turismo en Lima – Perú [Tesis de licenciatura]. *Repositorio institucional UPC*. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú.
<http://hdl.handle.net/10757/675827>

40. Boccolini, S. M. (2016). El evento urbano. La ciudad como un sistema complejo lejos del equilibrio. *Quid* 16, (6), 220–252. Universidad Nacional de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Sociales. Instituto de Investigaciones Gino Germani. Buenos Aires, Argentina.
<http://hdl.handle.net/11336/107983>
41. Bodero Poveda, E. M., De Giusti, M. R., & Morales Alarcón, C. H. (2022). Modelo de madurez para preservación digital basado en conceptos de planificación estratégica. *Investigación Bibliotecológica*, 37(94), 1–27.
<https://doi.org/10.22201/iibi.24488321xe.2023.94.58654>
42. Boggiano Burga, M. L. D. (2021). Diagnosis and characterization of solid household waste in the city of Trujillo – Peru, 2019–2020. *Revista Ciencia y Tecnología*, 17(3), 61–72.
<https://doi.org/10.17268/rev.cyt.2021.03.05>
43. Bozeman, B., Rimes, H. & Youtie, J. (2015). The evolving state-of-the-art in technology transfer research: Revisiting the contingent effectiveness model. *Research Policy*, 44(1), 34–49.
<https://doi.org/10.1016/j.respol.2014.06.008>
44. British Standards Institution. (2017). *BS 8001 – Framework for implementing the principles of the circular economy in organizations: Guide*. BSI Group.
45. Canales Mora, R. (2024). Conceptos ágiles aplicados a distintas áreas de una empresa. *Autentia*. San Fernando de Henares, Madrid, España.
https://www.izertis.com/documents/d/asset-library-35912/20240702_conceptos-agiles-aplicados-a-distintas-areas-de-una-empresa
46. Calvo Olivares, R., Núñez Mc Leod, J. & Selva Rivera, S. (2016). Variables that can influence accident occurrence at ethanol fuel industry. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 44, 335–342.
<https://doi.org/10.1016/j.jlp.2015.10.008>
47. Carayannis, E. G. & Campbell, D. F. J. (2009). “Mode 3” and “Quadruple Helix”: Toward a 21st century fractal innovation ecosystem. *International Journal of Technology Management*, 46(3–4), 201–234.
<https://doi.org/10.1504/ijtm.2009.023374>
48. Carayannis, E. G., Barth, T. D. & Campbell, D. F. J. (2012). The Quintuple Helix innovation model: Global warming as a challenge and driver for innovation. *Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 1(2), 72–73.
<https://doi.org/10.1186/2192-5372-1-2>
49. Carayannis, E. G. & Campbell, D. F. J. (2022). Towards an emerging unified theory of helix architectures (EUTOHA): Focus on the quintuple helix innovation framework as the integrative device. *Triple Helix*, 9(1), 65–75. <https://doi.org/10.1163/21971927-bja10028>
50. Carayannis, E. G. & Rakhmatullin, R. (2014). The Quadruple/Quintuple Innovation Helixes and Smart Specialisation Strategies for Sustainable and Inclusive Growth in Europe and Beyond. *Journal of the Knowledge Economy*, 5, 212–239.
<https://doi.org/10.1007/s13132-014-0185-8>
51. Cardoso, E. L., Ferreira Filho, H. R., Santos, V. C. P., & Ferreira, A. O. (2020). Gestão integrada de resíduos sólidos urbanos no município de Belém, Pará, Brasil: Vantagens e desafios da sua implementação. *Revista S&G*, 15(2), 93–102.
https://www.researchgate.net/publication/343983245_Gestao_integrada_de_residuos_solidos_urbanos_no_municipio_de_Belem_Para_Brasil_vantagens_e_desafios_da_sua_implementacao

52. Carnero, M. C. (2020). Waste segregation FMEA model integrating intuitionistic fuzzy set and the PAPRIKA method. *Mathematics* 2020, 8(8), 1375.
<https://doi.org/10.3390/math8081375>
53. Carneiro da Cunha, J. A. (2011). *Avaliação de desempenho e eficiência em organizações de saúde: Um estudo em hospitais filantrópicos* [Tesis de doctorado, Universidade de São Paulo]. Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade. San Pablo, Brasil.
<https://doi.org/10.11606/T.12.2011.tde-01092011-190122>
54. Carré, M. (2024, mayo 17). *Reciclaje Chiplly* [Reunión de Zoom en marco al Día del Reciclaje]. Ciclo de capacitaciones en EC para municipalidades, Jornada 3, Posadas, Misiones, Argentina.
55. Carrillo González, G. & Pomar Fernández, S. (2021). La economía circular en los nuevos modelos de negocio. *Entreciencias: Diálogos en la Sociedad del Conocimiento*, 9(23), e2379933.
<https://doi.org/10.22201/enesl.20078064e.2021.23.79933>
56. Carvajal Romero, H., Teijeiro Álvarez, M. & García Álvarez, M. T. (2022). Análisis de la gestión de los residuos sólidos urbanos en Europa. *Revista Universidad y Sociedad*, 14(1), 402–415.
<http://scielo.sld.cu/pdf/rus/v14n1/2218-3620-rus-14-01-402.pdf>
57. Castells, M. (2004). *Estado, sociedad y cultura en la globalización de América Latina, con referencia a la especificidad chilena*. Foro de Altos Estudios Sociales Valparaíso. Valparaíso, Chile.
58. Castillo-Vergara, M. (2020). La teoría de las N-hélices en los tiempos de hoy. *Journal of Technology Management & Innovation*, 15(3), 3–5.
<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-27242020000300003>
59. Castro Franco, A., Zарtha Sossa, J. W., Solleiro, J. L., Montes, J. M., Vargas Martínez, E. E., Palacio Piedrahita, J. C. & Hoyos Concha, J. L. (2018). Propuesta de modelo de gestión de innovación para una empresa de ventas al consumidor final. *Revista Lasallista de Investigación*, 15(1), 75–89.
<https://revistas.unilasallista.edu.co/index.php/rldi/article/view/1737/210210229>
60. Castellanos, H. (2023). Entrevista personal al Médico Veterinario encargado del área de saneamiento ambiental de Oberá, Misiones, Argentina. Niezwida, S. R. (entrevistadora). Oberá, Misiones, Argentina.
61. Castellanos, H. (2024). Entrevista personal al Médico Veterinario encargado del área de saneamiento ambiental de Oberá, Misiones, Argentina. Niezwida, S. R. (entrevistadora). Oberá, Misiones, Argentina.
62. Cetrulo Molina, N. (2020). *Indicadores de resíduos sólidos em sistemas de avaliação da sustentabilidade local: explorando processos participativos* [Tesis doctoral, Universidade de São Paulo]. Repositorio de Tesis USP. <https://doi.org/10.11606/T.100.2020.tde-05062020-163906>
63. Cetrulo, A. L., Da Silva, A. L., Galdamez, E. V. C., Oliveira, M. C., & Campos, F. C. (2020). Participatory methodology for municipal solid waste management in small municipalities: The case of Brazil. *Waste Management & Research*, 38(8), 887–897. <https://doi.org/10.1163/21971927-bja10028>
64. Cetrulo, T. B., Marques, R. C., & Cetrulo, N. M. (2018). Solid waste management in Brazilian municipalities: The impact of governance indicators. *Waste Management*, 78, 627–635.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.09.094>
65. Chen, Y. C. & Wu, W. F. (2015). Constructing an effective prevention mechanism for MSW lifecycle using failure mode and effects analysis. *Waste Management*, 46, 646–652.
<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2015.09.003>

66. Chorkulak, V. (2016). *Análisis de la capacidad de generación de biogás en Argentina a partir de residuos orgánicos producidos en granjas con sistemas de confinamiento* [Tesis de maestría, Instituto Tecnológico de Buenos Aires]. Repositorio ITBA.
67. Ciudad de Oberá. (2013). *Carta Orgánica de la Ciudad de Oberá*. Oberá, Misiones, Argentina.
<https://www.obera.gov.ar/laciudad/carta-organica>
68. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2021). *Economía circular en América Latina y el Caribe: Oportunidad para una recuperación transformadora*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 1–73.
<https://hdl.handle.net/11362/47309>
69. Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo. (1987). *Our common future* [Informe Brundtland].
<https://www.are.admin.ch/en/1987-brundtland-report>
70. Constitución de la Nación Argentina. (1994). Constitución de la Nación Argentina con reformas de 1994. Boletín Oficial de la República Argentina.
<https://www.boletinoficial.gob.ar/detalleAviso/primera/351415/1994>
71. Contreras, E., Gálvez, A., Pacheco, J. F., Rondón Toro, E., & Szantó Narea, M. (2016). *Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
<https://hdl.handle.net/11362/40407>
72. Córdova Martínez, C. (2004). Consideraciones sobre Metodología de la Investigación. Memorias de investigación. Universidad de Holguín “Oscar Lucero Moya”, Holguín, Cuba. Recuperado de <http://www.ilustrados.com>
73. Corona, B., Shen, L., Reike, D., Rosales Carreón, J. & Worrell, E. (2019). Towards sustainable development through the circular economy: A review and critical assessment on current circularity metrics. *Resources, Conservation and Recycling*, 151, 104498.
<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.104498>
74. Cornieri, M. G. (2011). *Programa municipal de coleta seletiva de resíduos sólidos urbanos em Santo André – SP: um estudo a partir do ciclo da política* [Dissertação de mestrado, Universidade de São Paulo]. Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da Universidade de São Paulo, São Paulo. Recuperado de <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/90/90131/tde-17022012-171613/>
75. Costa, T. J. L., Fidelis, R., Munck, L., Horst, D. J. & De Andrade Junior, P. P. (2023). Using the OKR method and fuzzy logic to determine the level of sustainability in restaurants. *Sustainability* 2023, 15(7), 6065.
<https://doi.org/10.3390/su15076065>
76. Cravacuore, D. (2001). Análisis de gestión del Consorcio del Corredor Productivo del Sudoeste Bonaerense. *La Cooperación Intermunicipal En Argentina*. Instituto Nacional de la Administración Pública (INAP) / Eudeba, Argentina.
77. Cravacuore, D. (2006). Análisis del asociativismo intermunicipal en Argentina. *Medio Ambiente y Urbanización*, 22(64). Instituto Internacional de Medio Ambiente y Desarrollo – América Latina. Buenos Aires, Argentina.
78. Cravacuore, D. (2017). La intermunicipalidad en los municipios metropolitanos argentinos. *Revista Divulgatio. Perfiles académicos de posgrado*, 1(03), 44-62. Universidad Nacional de Quilmes, Bernal, Argentina.
<https://doi.org/10.48160/25913530di03.27>

79. Cronbach, L. J. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika*, 16(3), 297–334.
<https://doi.org/10.1007/BF02310555>
80. Cruz Ramírez, M. & Martínez Cepena, M. C. (2012). Perfeccionamiento de un instrumento para la selección de expertos en las investigaciones. *Revista electrónica de investigación educativa*, 14(2), 167-179. Recuperado en 11 de diciembre de 2025, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1607-40412012000200012&lng=es&tlng=es
81. Cruz Ramírez, M. & Rúa Vásquez, J. A. (2018). Surgimiento y desarrollo del método Delphi: una perspectiva cuantitativa. *Biblios Journal of Librarianship and Information Science*, (71), 90–107.
<https://doi.org/10.5195/biblios.2018.470>
82. Cuatrecasas Arbós, L. (2010). *Organización de la producción y dirección de operaciones*. Ediciones Díaz de Santos. Madrid, España.
83. Da Silva, C. L., Fugii, G. M. & Hernández Santoyo, A. (2023). Proposta de um modelo de dinâmica de sistemas da gestão de resíduos sólidos urbanos domiciliares: um estudo aplicado a Curitiba (Brasil) a luz da política nacional de resíduos sólidos (PNRS). *Revista Brasileira De Gestão E Desenvolvimento Regional*, 19(1). Taubaté, São Paulo, Brasil.
<https://doi.org/10.54399/rbgdr.v19i1.6602>
84. Da Silva Alcântara Fratta, K. D., de Campos Leite Toneli, J. T. & Antonio, G. C. (2019). Diagnosis of the management of solid urban waste of the municipalities of ABC Paulista of Brasil through the application of sustainability indicators. *Waste management*, 85, 11–17.
<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.12.001>
85. Da Silva Alcântara Fratta, K. D., de Campos Leite Toneli, J. T., Marana, K. B. B. & Antonio, G. C. (2019). Revisão sistemática da situação da gestão de resíduos sólidos urbanos no Brasil, visando o seu aproveitamento energético. *IBEAS–Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais. X Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental Fortaleza/CE-04*, 7(11). Disponible em <https://www.ibeas.org.br/conresol/conresol2020/VIII-011.pdf>
86. Da Silva Alcântara Fratta, K. D. (2022). *Análise multicritério da gestão de resíduos sólidos urbanos com enfoque nos sistemas de tratamento: um estudo de caso nos municípios do ABC Paulista* [Tesis doctoral]. Universidade Federal do ABC, Centro de Engenharias, Modelagem e Ciências Sociais Aplicadas, Pós-graduação em Energia. São Paulo, Brasil.
87. Dalkey, N. & Helmer, O. (1963). An Experimental Application of the Delphi Method to the Use of Experts. *Management Science*, 9(3), 458–467.
<http://www.jstor.org/stable/2627117>
88. De Luca, M. S., Giorgi, N. F. & Guaresti, M. E. (2009). Evaluación y análisis del desvío informal de material recuperado desarrollado por los “recuperadores urbanos” en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. *Revista AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales: Investigación, Desarrollo y Práctica*, 1(4).
<https://www.revistas.unam.mx/index.php/aidis/article/view/14461>
89. De Miguel, C., Martínez, K., Pereira, M., & Kohout, M. (2021). Economía circular en América Latina y el Caribe: Oportunidad para una recuperación transformadora [Documentos de Proyectos, LC/TS.2021/120]. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Disponible en: <https://www.cepal.org/es/publicaciones/47309>

90. Díaz Arellano, G. (2019). Singapur: la apuesta sustentable. *Hábitat Sustentable III*, 133-143. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco, México.
<https://hdl.handle.net/11191/6941>
91. Doerr, J. (2019). *Mide lo que importa: Cómo Google, Bono y la Fundación Gates cambian el mundo con los OKR*. Portfolio/Penguin. Nueva York, Estados Unidos.
92. Domínguez Machuca, J. A. (1998). *Dirección de Operaciones: Aspectos Estratégicos en la Producción y los Servicios*. McGraw-Hill.
93. Dublé, M. (2024, mayo 17). Reciclaje Chiplly [Reunión de Zoom en marco al Día del Reciclaje]. Ciclo de capacitaciones en EC para municipalidades, Jornada 3, Posadas, Misiones, Argentina.
94. Dublé, M. & Cáceres, M. (2024, junio 6). Chiplly [Conferencia en marco al Día Mundial del Medio Ambiente]. Facultad de Ingeniería de Oberá, Universidad Nacional de Misiones, Argentina.
95. El País. (2025, 1 de marzo). El viaje insostenible de un pantalón usado. <https://elpais.com/opinion/2025-03-01/el-viaje-insostenible-de-un-pantalon-usado.html>
96. El Territorio. (2014, septiembre 14). *El problema que encierra la bolsita de basura*. El Territorio. <https://www.eltterritorio.com.ar/noticias/2014/09/14/404141-el-problema-que-encierra-la-bolsita-de-basura>
97. El Territorio. (2006, 11 de febrero). *Todos los residuos patológicos de Misiones son tratados en Fachinal*. El Territorio. <https://www.eltterritorio.com.ar/noticias/2006/02/11/67577-todos-los-residuos-patologicos-de-misiones-son-tratados-en-fachinal>
98. Elia, V., Gnoni, M. G. & Tornese, F. (2017). Measuring circular economy strategies through index methods: A critical analysis. *Journal of Cleaner Production*, 142, 2741–2751.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.10.196>
99. Ellen MacArthur Foundation. (2012). *Towards a circular economy: Economic and business rationale for an accelerated transition*. Greener Management International.
<https://doi.org/2012-04-03>
100. Ellen MacArthur Foundation. (2017). *MCI - Material Circularity Indicator*.
<https://ellenmacarthurfoundation.org/material-circularity-indicator>
101. Ellen MacArthur Foundation. (2020). *Circulytics – Measuring circularity*.
<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/resources/apply/circulytics-measuring-circularity>
102. Ellen MacArthur Foundation. (2021). *Glosario de EC*.
<https://emf.thirdlight.com/file/24/w2e0YaBw2YyAsdxw2JDjwygKuRN/%5BES%5D%20Circular%20Economy%20Glossary.pdf>
103. ENGIRSU. (2005). *Estrategia Nacional para la Gestión de Residuos Sólidos Urbanos 2005–2030*. Ministerio de Salud y Ambiente, Subsecretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la República Argentina.
https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/engirsu_-2005.pdf
104. Nueva Escuela Mexicana. (2025). *Workshop: Definición, desarrollo y concepto de workshops*. México.
<https://nuevaescuelamexicana.org/workshop/>
105. Espinal Corrales, M. (2023). *La basura es un recurso: Manejo e intereses existentes hacia los residuos sólidos en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá desde diversas perspectivas*. Universidad de Antioquia, Medellín, Antioquia, Colombia.
<https://hdl.handle.net/10495/34141>

- 106.Espíndola, C. & Valderrama, J. O. (2012). Huella del carbono. Parte 1: Conceptos, métodos de estimación y complejidades metodológicas. *Información Tecnológica*, 23(1), 163–176.
<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642012000100017>
- 107.Espinosa-Aquino, B., Gabarrell Durany, X. & Quirós Vargas, R. (2023). The Role of Informal Waste Management in Urban Metabolism: A Review of Eight Latin American Countries. *Sustainability*, 15(3), 1826.
<https://doi.org/10.3390/su15031826>
- 108.Esperidião (Org.). (2004). *Reflexões sobre a utilização do grupo focal como técnica de pesquisa*. São Paulo: Fundação Editora de UNESP.
- 109.Etzkowitz, H. (2003). Innovation in Innovation: The Triple Helix of University-Industry-Government Relations. *Social Science Information*, 42(3), 293–337.
<https://doi.org/10.1177/05390184030423002>
- 110.Etzkowitz, H. & Leydesdorff, L. (2000). The dynamics of innovation: from National Systems and “Mode 2” to a Triple Helix of university–industry–government relations. *Research Policy*, 29(2), 109–123.
[https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(99\)00055-4](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(99)00055-4)
- 111.European Commission. (2006). *Integrated pollution prevention and control - economics and cross-media effects*.
- 112.European Commission. (2020). *A new circular economy action plan for a cleaner and more competitive Europe*.
- 113.Eurostat. (2021). *Circular economy indicators* [Sitio web].
- 114.Farrand Rogers, J. (2005). El marco teórico y la teoría de sistemas. *Quivera. Revista de Estudios Territoriales*, 7(2), 0.
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=40170210>
- 115.Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation, Nuclear Safety and Consumer Protection. (2012). Act to Promote Circular Economy and Safeguard the Environmentally-Compatible Management of Waste (Circular Economy Act – Kreislaufwirtschaftsgesetz – KrWG). Autor. Recuperado de https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Abfallwirtschaft/kreislaufwirtschaftsgesetz_e_n_bf.pdf
- 116.Fernández Fernández, J. M. (1989). Planificación de proyectos orientada a objetivos: el método ZOOP. *Cuadernos de Trabajo Social*, 2, 115–127.
<https://revistas.ucm.es/index.php/CUTS/article/view/CUTS8989110115A>
- 117.Figueiredo, R. T., Santos, V., & Cavalcanti Ramos, J. L. (2020). Turbining the Leopold Matrix. *International Journal of Advanced Engineering Research and Science (IJAERS)*, 7(7), 492–505.
<https://dx.doi.org/10.22161/ijaers.77.56>
- 118.Finkbeiner, M., & König, P. (2013). Carbon footprint and life cycle assessment of organizations. *Journal of Environmental Accounting and Management*, 1(1), 55–63.
<https://doi.org/10.5890/JEAM.2013.01.005>
- 119.Fong Reynoso, C., Flores Valenzuela, K. E. & Cardoza Campos, L. M. (2017). La teoría de recursos y capacidades: un análisis bibliométrico. *Nova Scientia*, 9(19), 411–440.
<https://doi.org/10.21640/ns.v9i19.739>
- 120.Frick, S. (2024). Entrevista personal al Bio-ingeniero de GIRSU, de Oberá, Misiones, Argentina. Niezwida, S. R. (entrevistadora). Oberá, Misiones, Argentina.

121. Frick, S. (2025). Entrevista personal al Bio-ingeniero de GIRSU, de Oberá, Misiones, Argentina. Niezwida, S. R. (entrevistadora). Oberá, Misiones, Argentina.
122. Frers, C. (2025, 19 de mayo). La problemática ambiental y la gestión de los municipios. *Diario de Luján*. <https://diariodelujan.com/la-problematica-ambiental-y-la-gestion-de-los-municipios/>
123. Gales, G.G. (2025). *Práctica profesional supervisada de ingeniería industrial*. Disponible en Biblioteca Regional Oberá. Universidad Nacional de Misiones, Facultad de Ingeniería Oberá. Oberá, Misiones, Argentina.
124. Gatto, R. N. (2022). Un modelo de diagnóstico de la competitividad empresarial. *RInCE*, 13(26), 1-31. <https://doi.org/10.54789/rince.26.7>
125. Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M. P. & Hultink, E. J. (2017). The circular economy – a new sustainability paradigm? *Journal of Cleaner Production*, 143, 757–768. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048>
126. Geissdoerfer, M., Vladimirova, D. & Evans, S. (2018). Sustainable business model innovation: a review. *Journal of Cleaner Production*, 198, 401–416. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.06.240>
127. Gervásio, G. W. & Pierre, F. C. (2021). Método GUT aplicado à gestão de risco de uma indústria metalúrgica. *Tekhne e Logos*, 12(3), 78–85. Botucatu, São Paulo, Brasil.
128. Ghisellini, P., Cialani, C., & Ulgiati, S. (2016). A review on circular economy: The expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. *Journal of Cleaner Production*, 114, 11–32. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.09.007>
129. Gobierno de Misiones. (2025, 28 de marzo). *Presentan ante ministros y secretarios de ambiente de todo el país los beneficios del Programa misionero de Créditos de Carbono*. Ministerio de Ecología y Recursos Naturales Renovables, Misiones.
130. Cano-Godoy, F. A., Arriaga-Rodríguez, J. C. & Hernández-Diego, C. (2023). Las métricas de los residuos sólidos urbanos en el marco de la economía circular. *Teoría y Praxis*, 31(especial), 2-9. https://teoriaypraxis.uqroo.mx/doctos/numero31/TeoriayPraxis_Num31_Ed_Esp_2023.pdf
131. Goldenberg, A. (2023). El basural a cielo abierto de Oberá: paisaje fronterizo de un “antropoceno parchado.” En A. Benedetti & B. Renoldi (Comps.), *Fronteras más allá del borde*. Teseo Press. <https://www.doi.org/10.55778/ts310022383>
132. GRI. (2018). *Consolidated Set of GRI Sustainability Reporting Standards*. GRI Standards.
133. Greenbaum, T. L. (1998). *The handbook for focus group research* (2). Sage Publications, Inc. <https://doi.org/10.4135/9781412986151>
134. Gómez-Iriarte, P. M. & Muñoz-García, C. I. (2024). Los roedores invasores y sus armas secretas. *Therya Ixmana*, 3(1), 14–17. Recuperado a partir de <https://theryaixmana.mastozoologiamexicana.com/index.php/theryaixmana/article/view/424>
135. Guaricela Guzmán, E. P. (2023). Análisis de los procesos de desarrollo local de los proyectos de desarrollo humano en comunidades vulnerables de la Universidad Politécnica Salesiana en los últimos 10 años [Tesis de grado]. Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca, Ecuador. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/24072>
136. Guinée, J. (2016). Life cycle sustainability assessment: What is it and what are its challenges? En Clift, R., Druckman, A. (eds) *Taking Stock of Industrial Ecology*, 44–68. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-20571-7_3

137. Guinée, J. B., Gorrée, M., Heijungs, R., Huppés, G., Kleijn, R., de Koning, A., van Oers, L., Sleeswijk, A., Suh, S., Udo de Haes, H. A., de Bruijn, H., van Duin, R. & Huijbregts, M. A. J. (2002). Handbook on life cycle assessment: Operational guide to the ISO standards. *Eco-efficiency in industry and science* (7). Kluwer Academic Publishers. Nueva York, Estados Unidos.
138. Guirao Goris, S. J. A. (2015). Utilidad y tipos de revisión de literatura. *Revista Digital Universitaria*, 9(2). <https://dx.doi.org/10.4321/S1988-348X2015000200002>
139. Gutiérrez Pulido, H., & De la Vara Salazar, R. (2019). *Control estadístico de la calidad y seis sigma* (3). México: McGraw-Hill Interamericana.
140. Hancherek, F. (2024, mayo 17). Experiencia del compostero comunitario de Posadas [Reunión de Zoom en marco al Día del Reciclaje]. Ciclo de capacitaciones en EC para municipalidades, Jornada 3, Posadas, Misiones, Argentina.
141. Helming, S. & Göbel, M. (1998). *ZOPP: Planejamento de Projetos Orientado por Objetivos*. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH. <https://pmkb.com.br/uploads/2013/08/cartilha-zopp-portugues.pdf>
142. Helms, M. & Nixon, J. (2010). Exploring SWOT analysis – where are we now? *Journal of Strategy and Management*, 3(3), 215–251. <https://doi.org/10.1108/17554251011064837>
143. Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C. & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6). México: McGraw-Hill.
144. Hernández-Sampieri, R., & Mendoza-Torres, C. P. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. México: McGraw-Hill Education.
145. Herrera, R., Quesada Rosales, A. & Tristán Jiménez, A. (2022). Cooperación y co-creación; el rol de los actores en los procesos de innovación empresarial. *Revista Plus Economía*, 10(2), 17–39. Recuperado a partir de <https://revistas.unachi.ac.pa/index.php/pluseconomia/article/view/566>
146. Herrera-Uchalin, M. G., Valiente-Saldaña, Y. M., Garibay-Castillo, J. V. & Herrera-Cherres, S. (2023). Manejo de residuos sólidos en la gestión municipal: Revisión sistémica. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía*, 8(16), 150–170. <https://doi.org/10.35381/r.k.v8i16.2540>
147. Homrich, A. S., Galvão, G., Abadia, L. G., & Carvalho, M. M. (2018). The circular economy umbrella: Trends and gaps on integrating pathways. *Journal of Cleaner Production*, 175, 525–543. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.11.064>
148. Honorable Concejo Deliberante de la Ciudad de Posadas. (2014). *Ordenanza VI - Nº 29: Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (GIRSU)*. <https://posadas.gov.ar/sustentable/wp-content/uploads/2021/05/ORDENANZA-VI-No-29.pdf>
149. Huijbregts, M. A. J., Steinmann, Z. J. N., Elshout, P. M. F., Stam, G., Verones, F., Vieira, M., Zijp, M., Hollander, A., & van Zelm, R. (2017). ReCiPe2016: a harmonised life cycle impact assessment method at midpoint and endpoint level. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 22(2), 138–147. <https://doi.org/10.1007/s11367-016-1246-y>
150. Huergo, J. (2003). Los Procesos de Gestión. Provincia de Bs. As.: IPAP, 1-5. Obtenido de <http://servicios.abc.gov.ar/lainstitucion/univpedagogica/especializaciones/seminario/materialesparadesca/rgar/seminario4/huergo3.pdf>

151. Huertas López, T. E., Suárez García, E., Salgado Cruz, M., Jadán Rodríguez, L. R. & Jiménez Valero, B. (2020). Diseño de un modelo de gestión: base científica y práctica para su elaboración. *Universidad y Sociedad*, 12(1), 165–177.
<http://scielo.sld.cu/pdf/rus/v12n1/2218-3620-rus-12-01-165.pdf>
152. Hughes, S. & Peterson, J. (2018). Transforming Municipal Services to Transform Cities: Understanding the Role and Influence of the Private Sector. *Sustainability* 2018, 10(1), 108.
<https://doi.org/10.3390/su10010108>
153. Hunkeler, D., Lichtenvort, K. & Rebitzer, G. (2008). *Environmental life cycle costing* (1st ed.). CRC Press.
<https://doi.org/10.1201/9781420054736>
154. Ibarra Vega, D. W. & Redondo, J. M. (2015). Dinámica de sistemas, una herramienta para la educación ambiental en ingeniería. *Luna Azul*, (41), 152–164.
<https://doi.org/10.17151/luaz.2015.41.9>
155. IFAT Internationale Fachmesse für Abwassertechnik en Brasil. (2025, 25–27 de junio). Feria Internacional para Agua, Esgoto, Drenagem e Soluções em Recuperação de Resíduos. São Paulo Expo, São Paulo, Brasil. Recuperado de <https://ifatbrasil.com.br>
156. Infobae. (2022, 23 de agosto). *Alerta basura: en Argentina se generan más de 11 millones de toneladas al año*. Infobae. <https://www.infobae.com/america/medio-ambiente/2022/08/23/alerta-basura-en-argentina-se-generan-mas-de-11-millones-de-toneladas-al-ano/>
157. Internationale Fachmesse für Wasser-, Abwasser-, Abfall- und Rohstoffwirtschaft IFAT. (2025). Feria Internacional de Tecnologías Ambientales. Realizada del 25 al 27 de junio de 2025 en el São Paulo Expo, en São Paulo, Brasil.
158. Instituto Argentino de Normalización y Certificación (IRAM). (2018). *Norma IRAM 29.523: Calidad ambiental – Calidad del suelo – Determinación de la composición de residuos sólidos urbanos sin tratamiento previo* (2.ª ed.). Buenos Aires, Argentina: IRAM.
159. Instituto Provincial de Estadística y Censos (IPEC) (2023). *Indicadores sociodemográficos de la provincia de Misiones*. Gobierno de la Provincia de Misiones. <https://ipec.misiones.gov.ar/>
<https://www.ipec.misiones.gov.ar/category/poblacion/censo/censo-2022/>
160. Islam, M. S. & Moniruzzaman, S. M. (2019). Simulation of sustainable solid waste management system in Khulna city. *Sustainable Environment Research*, 29, 14. <https://doi.org/10.1186/s42834-019-0013-8>
161. ISO. (2006a). *ISO 14040: Environmental management – Life cycle assessment – Principles and framework*. International Organization for Standardization.
162. ISO. (2006b). *ISO 14044: Environmental management – Life cycle assessment – Requirements and guidelines*. International Organization for Standardization.
163. ISO. (2014). *ISO/TS 14072: Environmental management – Life cycle assessment – Requirements and guidelines for organizational life cycle assessment*. International Organization for Standardization.
164. Iturburu Silvana, M. (2001). Nuevos acuerdos institucionales para afrontar el inframunicipalismo argentino. En *Cooperación Intermunicipal en Argentina*. Instituto Nacional de la Administración Pública (INAP), Editorial Eudeba.
165. Inedit Innova. (2020). Inedit Innova [sitio web]. <https://circular.ineditinnova.com/index/es>
166. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC). (2022). Datos definitivos del censo nacional. Argentina. Disponible en https://censo.gob.ar/index.php/datos_definitivos/

167. Jansat, M. G., Kaczynski, M. F., Niezwida, S. R., Yasinski, S. E. & Michalus, J. C. (2024, agosto 26–30). Proceso para la selección de camiones mediante la jerarquización de alternativas. *XVI Jornadas de Investigación y Desarrollo Tecnológico – 50 aniversario de la Facultad de Ingeniería*, Oberá, Misiones, Argentina.
168. Jansat, M. G. (2024). Gestión de residuos: método focal, Open LCA y herramientas de ingeniería. *Práctica profesional supervisada de ingeniería industrial*. Disponible en Biblioteca Regional Oberá. Universidad Nacional de Misiones, Facultad de Ingeniería Oberá. Oberá, Misiones, Argentina.
169. Jiménez Martínez, N. M. (2017). El residuo: producto urbano, asunto de intervención pública y objeto de la gestión integral. *Cultura y Representaciones Sociales*, 11(22), 158–192. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-81102017000100158&lng=es&nrm=iso
170. Jiménez Serrano, E. (2022). Las redes de Petri y su adopción en programas de la Universidad de Sonora. *EPISTEMUS*, 16(33), 26–32. <https://doi.org/10.36790/epistemus.v16i33.221>
171. Kanda, W., Geissdoerfer, M. & Hjelm, O. (2021). From circular business models to circular business ecosystems. *Business Strategy and the Environment*, 30(6), 2814–2829. <https://doi.org/10.1002/BSE.2895>
172. Kankaraš, M. & Capecchi, S. (2024). Neither agree nor disagree: Use and misuse of the neutral response category in Likert type scales. *METRON*, 83, 111–140. <https://doi.org/10.1007/s40300-024-00276-5>
173. Kaplan, R. S. & Norton, D. P. (1996). *The balanced scorecard: Translating strategy into action*. Harvard Business Press.
174. Kaczynski, M. F., Jansat, M. G., Niezwida, S. R., Yasinski, S. E., Kozłowski, M. A. & Michalus, J. C. (2024, agosto 26–30). Estudio sobre la generación per cápita de residuos de Oberá, Misiones, Argentina. *XVI Jornadas de Investigación y Desarrollo Tecnológico – 50 aniversario de la Facultad de Ingeniería*, Oberá, Misiones, Argentina.
175. Kaczynski, M. (2024). Optimización de recorridos de camiones recolectores de residuos de la ciudad de Oberá. *Práctica profesional supervisada de ingeniería industrial*. Disponible en Biblioteca Regional Oberá. Universidad Nacional de Misiones, Facultad de Ingeniería Oberá. Oberá, Misiones, Argentina.
176. Kim, Y., Kim, W. & Yang, T. (2011). The effect of the triple helix system and habitat on regional entrepreneurship: Empirical evidence from the U.S.. *Research Policy*, 41(1), 154–166. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2011.08.003>
177. Kawakita, J. (1991). *The KJ method: A scientific approach to problem solving*. Tokyo: Kawakita Research Institute.
178. Kaza, S., Yao, L. C., Bhada-Tata, P., & Van Woerden, F. (2018). What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050. *Urban Development*. © World Bank. <http://hdl.handle.net/10986/30317>
179. Klaus Roth, & Brunnbauer, U. (Eds.). (2009). *Region, regional identity and regionalism in Southeastern Europe* (Ethnologia Balkanica, Part 2). LIT Verlag Münster.
180. Kirchherr, J., Reike, D. & Hekkert, M. (2017). Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resources, Conservation and Recycling*, 127, 221–232. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.005>

181. Klöpffer, W. & Renner, I. (2008). Life-cycle based sustainability assessment of products. En Schaltegger, S., Bennett, M., Burritt, R.L., Jasch, C. (Eds.) *Environmental Management Accounting for Cleaner Production. Eco-Efficiency in Industry and Science*, 24. Springer, Dordrecht.
https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8913-8_5
182. Kotegawa, H. (2023). Aportaciones arqueológicas, educativas y del desarrollo local por el Proyecto Arqueológico Estero Rabón. *Studies in Ancient Civilizations*, 1, 131-146.
<https://doi.org/10.24517/00069281>
183. Kotler, P., & Keller, K. L. (2012). *Marketing management* (14th ed.). Pearson.
184. Kravchenko, M., Pigosso, D. C. A. & McAlloone, T. C. (2020). A procedure to support systematic selection of leading indicators for sustainability performance measurement of circular economy initiatives. *Sustainability*, 12(3), 951.
<https://doi.org/10.3390/su12030951>
185. Kwaszka, R.N. (2025). Gestión integral de los residuos, reducción de desechos y mayor reciclaje: Propuesta de buenas prácticas para los residuos en proceso de elaboración del té. *Práctica profesional supervisada de ingeniería industrial*. Disponible en Biblioteca Regional Oberá. Universidad Nacional de Misiones, Facultad de Ingeniería Oberá. Oberá, Misiones, Argentina.
186. Lazarraga, P. C. (2022). Estrategias de enseñanza para el aprendizaje de las habilidades en el baloncesto: Un análisis DAFO. *Retos: nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación*, (46), 442–451.
187. Leydesdorff, L. (2013). Triple hélice de las relaciones universidad-industria-estado. En E. G. Carayaniss (Ed.), *Enciclopedia de Creatividad, Invención, Innovación y Emprendimiento*, 1844–1851. Springer.
188. Lemoine, G. & Sarabia, L. (2001). Microrregiones: instrumento para el desarrollo sustentable del territorio nacional. *Aportes para el Estado y la Administración Gubernamental*, 8(18), 66.
189. León, G. R. H. (s. f.). Método Zopp. Recuperado de https://www.Academia.edu/37782866/Metodo_Zopp?email_work_card=reading-history
190. Ley Nacional N° 25.916/2004. Argentina. (2004). *Régimen de gestión integral de residuos domiciliarios* (Boletín Oficial N.º 30.828, 4 de agosto de 2004). Buenos Aires, Argentina. Recuperado de <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/ley-25916-98327>
191. Li, C., Zhang, L., Wang, Q. & Zhou, D. (2024). Towards low-carbon steel: System dynamics simulation of policies impact on green hydrogen steelmaking in China and the European Union. *Energy Policy*, 188.
<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2024.114073>
192. Lima, R.E. (2024). Gestión de residuos: Aplicación de ASTM y herramientas de ingeniería. *Práctica profesional supervisada de ingeniería industrial*. Disponible en Biblioteca Regional Oberá. Universidad Nacional de Misiones, Facultad de Ingeniería Oberá. Oberá, Misiones, Argentina.
193. Lima Filho, A. (1970). Sistema de informações. *Revista de Administração de Empresas*, 10(3), 193–201. Río de Janeiro, Brasil. Recuperado de <https://www.scielo.br/j/rae/a/J3vT3wZMCNdyQdvtngQrQpH/?format=pdf&lang=pt>
194. Lindgreen, E. R., Salomone, R. & Reyes, T. (2020). A critical review of academic approaches, methods and tools to assess circular economy at the micro level. *Sustainability* 2020, 12(12).
<https://doi.org/10.3390/su12124973>
195. Llamas, S., Mercante, I., Trillini, A., Alejandrino, C., Araya de Cara, C., León, L., Rojo, J., Guevara, B. & Pulido, I. (2012). Diseño de protocolos para la caracterización de residuos sólidos. Parte II. XXXIII

- Jornadas de Investigación de la UNCUYO*. Abril de 2013. Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza, Argentina.
196. Loriga, J. F., Lorenzo, A. F. & Páez, C. C. T. (2017). Análisis teórico sobre la integración entre actores a los procesos de gestión estratégica del desarrollo a escala local. *Revista Internacional del Mundo Económico y del Derecho*, 14, 1–14.
197. López-Sánchez, M. P., Alberich, T., Aviñó, D., García, F. F., Ruiz-Azarola, A. & Villasante, T. (2018). Herramientas y métodos participativos para la acción comunitaria. Informe SESPAS 2018. *Gaceta Sanitaria*, 32(S1), 41–46. <https://doi.org/10.1016/j.gaceta.2018.06.008>
198. López, F., Rocca, M., Ulacia, M., Ríos, L. & Ávalos, M. (2008). *Plan de gestión integral de residuos sólidos urbanos para el consorcio región capital (provincia de Buenos Aires, República Argentina. Fase 1_ Formulación del plan* [Informe final]. Universidad Nacional de La Plata, Buenos Aires, Argentina. Recuperado de https://repositoriosdigitales.mincyt.gob.ar/vufind/Record/SEDICL_784ec11e6de1d81625d5ebcba2576766
199. Marina, R. (2025). Entrevista personal a la agente municipal, integrante de la subsecretaría ambiental del municipio de San Bernardo Campo, San Paulo, Brasil. Niezwida, S. R. (entrevistadora). Santo André, San Paulo, Brasil.
200. Malca-López, K. E., Herrera-Flores, J. A., Esparza-Rodríguez, E. D. & Chauca Valqui, J. (2025). Análisis sistemático de estrategias de ecoeficiencia para la gestión de residuos sólidos. *Universidad y Sociedad*, 17(1). Disponible en <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/article/view/4897>
201. Manzanilla Belandria, J. L. (2017). *Desarrollo del proceso de formulación de indicadores de desempeño mediante una plataforma de Gestión de Procesos de Negocio (BPM) basada en Software Libre* [Tesis doctoral]. Recuperado de <http://hdl.handle.net/10872/15382>
202. Mantulak, M. J. (2014). *Gestión estratégica de los recursos tecnológicos en pequeños aserraderos de la provincia de Misiones, Argentina* [Tesis Doctoral en Ciencias Técnicas]. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas (UCLV), Departamento de Ingeniería Industrial. Santa Clara, Cuba.
203. Marcelino-Aranda, M., Macías Alcibar, A., Martínez-Rodríguez, M. C. & Camacho, A. D. (2022). La economía circular como alternativa hacia un nuevo modelo para la actividad industrial sustentable. *Revista Tecnología en Marcha*, 35(3), 195–206. <http://dx.doi.org/10.18845/tm.v35i3.5599>
204. Martínez, F. (2002). *El cuestionario. Un instrumento para la investigación en las ciencias sociales/ Francesc Martínez Olmo*. Barcelona: Laertes Psicopedagogía. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=101250>
205. Martínez-Blanco, J., Lehmann, A., Chang, Y.-J. & Finkbeiner, M. (2015). Social organizational LCA (SOLCA) - a new approach for implementing social LCA. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 20, 1586–1599. <https://doi.org/10.1007/s11367-015-0960-1>
206. Maricato, E. (2010). *El Estatuto de la ciudad periférica. El Estatuto de la Ciudad: un comentario*. São Paulo, Brasil: Alianza de las Ciudades.
207. Menzel, P. (2005). *Hungry planet: What the world eats*. Material World. Disponible en <https://www.menzelphoto.com/portfolio/G0000s3jj73.5TSs/I0000uw1rpm4U2Fo>
208. Oliveira, J. P. de, Costa, M. M., & Wille, M. F. C. (2008). *Introdução ao Método Delphi*, 1. Curitiba Mundo Material.

209. Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., ... & Alonso-Fernández, S. (2021). Declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. *Revista Española de Cardiología*, 74(9), 790–799. <https://doi.org/10.1016/j.recesp.2021.06.016>
210. McAdam, M. & Debackere, K. (2018). Beyond 'triple helix' toward 'quadruple helix' models in regional innovation systems: implications for theory and practice. *R&D Management*, 48(1), 3–6. <https://doi.org/10.1111/radm.12309>
211. McDougall, J., DeWit, D., King, G., Miller, L. & Killip, S. (2004). High school-aged youths' attitudes toward their peers with disabilities: the role of school and student interpersonal factors. *International Journal of Disability, Development and Education*, 51(3), 287–313. <https://doi.org/10.1080/1034912042000259242>
212. Menéndez Jaramillo, G. G., Saavedra Meza, M. E., & Díaz Bedón, L. A. (2025). Estrategias de economía circular en la gestión de residuos sólidos: impacto ambiental y optimización de recursos. *Revista Social Fronteriza*, 5(1). [https://doi.org/10.59814/resofro.2025.5\(1\)578](https://doi.org/10.59814/resofro.2025.5(1)578)
213. Melo, D. A. de, da Silva, E. M., Coelho, F. P. de S., & Carvalho, E. H. de. (2019). Avaliação quali-quantitativa dos rejeitos gerados nas cooperativas de catadores de materiais recicláveis no município de Goiânia, Brasil. *Revista Terceiro Incluído*, 9(1), 209–225. <https://doi.org/10.5216/teri.v9i1.61153>
214. Melosi, M. V. (1981). *Garbage in the cities. Refuse, reform and the environment, 1880-1980*. Texas A & M University Press.
215. Meridiano 55. (2024, abril 24). Eco canje: Si traés 10 frascos, te llevás uno de dulce. <https://www.meridiano55.com/eco-canje-si-traes-10-frascos-te-llevas-uno-de-dulce/>
216. Merchán, D., Bolaños, A., Tejada, P. & Monteros, G. (2024). FMEA aplicado a la gestión de desechos sólidos orgánicos en mercados municipales. *Pro Sciences: Revista De Producción, Ciencias E Investigación*, 8(52). Recuperado a partir de <https://journalprosciences.com/index.php/ps/article/view/707>
217. Michalus, J. C. (2011). Modelo cooperativo de integración flexible de PyMEs orientado al desarrollo local. Factibilidad de aplicación en municipios de la provincia de Misiones, Argentina [Tesis doctoral]. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Cuba.
218. Ministry of Sustainability and the Environment. (2024). *Written reply to parliamentary question on recycling rate*. Singapore: Government of Singapore. Disponible en <https://www.mse.gov.sg/latest-news/written-reply-to-pq-on-recycling-rate/> Ministry of Sustainability
219. Misiones. (2024, febrero 7). *Oberá: El punto limpio ya se encuentra en funcionamiento*. Recuperado de <https://comunicacion.misiones.gob.ar/obera-el-punto-limpio-ya-se-encuentra-en-funcionamiento/>
220. Miranda Torrez, J. (2015). El modelo de las capacidades dinámicas en las organizaciones. *Investigación Administrativa*, 44(116), 81–93. Instituto Politécnico Nacional, Universidad Autónoma de Guerrero, México.
221. Mondragón University. (2020). *CircularTRANS*. Recuperado de <https://www.mondragon.edu/circulartrans/es/login>
222. Monge García, M. G. (2025). Modelo y procedimientos para la gestión de la innovación tecnológica en asociaciones campesinas agrícolas de Cotopaxi, Ecuador [Tesis doctoral]. Universidad Nacional de Jujuy, Argentina.
223. Monge García, M. G., Michalus, J. C. & Maldonado, S. (2025). Modelo y procedimientos para la gestión de la innovación tecnológica en asociaciones campesinas agrícolas de Cotopaxi, Ecuador. *Revista*

- Científica Visión De Futuro*, 29(2). Posadas, Misiones, Argentina. Recuperado a partir de <https://visiondefuturo.fce.unam.edu.ar/index.php/visiondefuturo/article/view/886>
224. Moraga, G., Huysveld, S., Mathieux, F., Blengini, G. A., Alaerts, L., Van Acker, K., ... & Dewulf, J. (2019). Circular economy indicators: What do they measure? *Resources, Conservation and Recycling*, 146, 452–461.
<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.03.045>
225. Moreira, G. M. C. (2012). El concepto de mediación técnica en Bruno Latour: una aproximación a la teoría del actor-red. *Psicología, Conocimiento y Sociedad*, 2(1), 56–81. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=475847407004>
226. Moreno, K. (2024). Nota publicada en diario Infobae el 18 de septiembre de 2024. Recuperado de <https://www.infobae.com/Estados-unidos/2024/09/18/la-lista-de-10-ciudades-mas-infestadas-de-ratas-en-Estados-unidos/>
227. Munaretto, L. F., Corrêa, H. L., & da Cunha, J. A. C. (2013). Um estudo sobre as características do método Delphi e de grupo focal, como técnicas na obtenção de dados em pesquisas exploratórias. *Revista de Administração da Universidade Federal de Santa Maria*, 6(1), 9–24.
<https://doi.org/10.5902/198346596243>
228. Municipalidad de Santo André, Brasil. *Estações de coleta*. Recuperado de <https://portais.santoandre.sp.gov.br/semasa/residuos/estacoes-de-coleta/>
229. Muwonge, A., & Ebel, R. D. (2015). Finanzas intergubernamentales en un mundo descentralizado. *Finanzas municipales: manual para los Estados locales*. Washingt, DC: Banco Mundial.
230. Niezwida Weiss, S. R., Jusczyczyn, J. C. M., Kampmann, G. B. G. & Okseniuk, S. E. Y. (2025). Gestión de residuos municipales en Misiones, Argentina: estudio de casos. *Brazilian Journal of Development*, 11(5).
<https://doi.org/10.34117/bjdv11n5-031>
231. Niezwida, S. R., Zubczuk, A. M. A., & Michalus, J. C. (2024, mayo 23–24). Metodología para diagnosticar la gestión de residuos en municipios de Misiones, Argentina. *V Jornadas Nacionales de Ingeniería y Sociedad (JISO 2023)*, Universidad Tecnológica Nacional - UTN, Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina.
232. Niezwida, S. R. (2024, junio 5). Gestión de los residuos. En *Jornada por el Día Mundial del Medio Ambiente en FIO-UNaM*, Oberá, Misiones, Argentina. Facultad de Ingeniería Oberá, Universidad Nacional de Misiones. Resolución C.D. N° 158/24.
233. Niezwida, S. R., Pires, R. Q. & Michalus, J. C. (2025). Bioeconomía nas regiões NEA Argentina e Amazônia do Brasil. *International Contemporary Management Review*, 6(1).
<https://doi.org/10.54033/icmrv6n1-004>
234. Niezwida, S. R., Jansat, M. G., Kaczynski, M. F., Michalus, J. C. & Frick, S. (2024). Evaluación del poder calorífico de los residuos de barrido en un municipio de la provincia de Misiones, Argentina. *Revista Estudios Ambientales*, 12(2).
<https://doi.org/10.47069/estudios-ambientales.v12i2.2775>
235. Niezwida, S. R. (2024). *Material de cátedra: Introducción a los Residuos Sólidos*. GIRS. Especialización en gestión y producción ambiente. Facultad de Ingeniería Oberá. Universidad Nacional de Misiones. Oberá, Misiones, Argentina.
236. Nogal, B. (2025). Oliver Franklin-Wallis: “Tenemos que atajar la crisis de los residuos o nos veremos inundados por la basura”. *Cadena SER*. Recuperado de

<https://cadenaser.com/nacional/2025/03/01/oliver-franklin-wallis-tenemos-que-atajar-la-crisis-de-los-residuos-o-nos-veremos-inundados-por-la-basura-cadena-ser/>

237. Nogueira Rivera, D., Medina León, A., Medina Nogueira, Y. E. & El Assafiri Ojeda, Y. (2024). Swot matrix and CAMA analysis, Management Control tools: application case. *Revista Universidad y Sociedad*, 16(2), 34-45. Disponible en http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202024000200034&lng=es&tlng=en
238. ONU para el medio ambiente. (2024). *Perspectiva Mundial de la Gestión de Residuos 2024* [Informe de la UNEP, febrero de 2024]. Recuperado de <https://www.unep.org/es/resources/perspectiva-mundial-de-la-gestion-de-residuos-2024>
239. Oliveira, M., Miguel, M., van Langen, S. K., Ncube, A., Zucaro, A., Fiorentino, G., Passaro, R., Santagata, R., Coleman, N., Lowe, B. H., Ulgiati, S. & Genovese, A. (2021). Circular economy and the transition to a sustainable society: integrated assessment methods for a new paradigm. *Circular Economy and Sustainability*, 1, 99–113.
<https://doi.org/10.1007/S43615-021-00019-Y>
240. Organización Internacional de Normalización (ISO). (2018). ISO 9004:2018 – Quality management — Quality of an organization — Guidance to achieve sustained success (4. ed.). Ginebra, Suiza: ISO.
241. Padial Pinzón, S. M., Navarro, B., San Juan, P., & Ruiz Espinosa, J. J. M. (2019). Implantación efectiva de la Cuádruple Hélice basada en el Modelo de Innovación en envejecimiento activo. *Gaceta Sanitaria*, 33(5), 491-494.
<https://doi.org/10.1016/j.gaceta.2018.08.003>
242. Prahalad, C. K. & Ramaswamy, V. (2004). Co-creation experiences: The next practice in value creation. *Journal of Interactive Marketing*, 18(3), 5-14.
<https://doi.org/10.1002/dir.20015>
243. Palermo Online. Editor, P. (2025, enero 2). *Buenos Aires ¿Es realmente una de las ciudades más sucias del mundo?* Palermo Online Noticias. Disponible en https://palermonline.com.ar/wordpress/buenos-aires-es-realmente-una-de-las-ciudades-mas-sucias-del-mundo/#google_vignette
244. Poppelaars, F. A. (2014). *Designing for a circular economy: The conceptual design of a circular mobile device* [Master's thesis, Delft University of Technology]. Delft University of Technology Repository.
<https://repository.tudelft.nl/record/uuid:cbad8315-82c9-463e-b7b1-bc6c2cdf6a3f>
245. Parmenter, D. (2015). *Key performance indicators: Developing, implementing, and using winning KPIs* (3rd ed.). John Wiley & Sons.
246. Paredes Rodríguez, E. D. (2023). Modelo de gestión ambiental de residuos sólidos urbanos. *Revista De Investigaciones*, 12(1), 43-64.
<https://doi.org/10.26788/ri.v12i1.3984>
247. Passos Ibiapina, I. R., Arruda Gomes, D., & Lúcio Leocádio, Á. (2022). ¿Otro 7x1? Las prácticas sociales de descartar residuos sólidos urbanos en Brasil y Alemania. *Aposta*, (92), 25-43.
<https://apostadigital.com/revistav3/hemeroteca/ibiapina.pdf>
248. Pauliuk, S. (2018). Critical appraisal of the circular economy standard BS 8001:2017 and a dashboard of quantitative system indicators for its implementation in organizations. *Resources, Conservation and Recycling*, 129, 81–92.
<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.10.019>

249. Pearce, D. W. & Turner, R. K. (1989). *Economics of Natural Resources and the Environment*. Johns Hopkins University Press.
250. Peresini, N. (2023). *Apuntes en torno al rol de los gobiernos locales latinoamericanos y la regulación urbana contemporánea*. *Revista Proyección*, 17(34), 5–24.
<https://doi.org/10.48162/rev.55.042>
251. Periard, G. (2011). *Matriz GUT: Guía Completa*.
252. Pettigiani, E., Muzlera, A., & Antini, S. (2013). Caracterización de residuos sólidos urbanos domiciliarios en Unquillo, Córdoba. *III Jornadas Nacionales GIRSU Chubut 2013. Experiencias nacionales en: gestión integral de residuos sólidos urbanos, 2013*, 5-17. Córdoba, Argentina.
253. Predassi, S. (2024). Futuro circular: Estrategias de ecodiseño y economía circular. *Proyectual-D*, (1).
<https://doi.org/10.24215/30087473e004>
254. Primera Edición. (2021). Rellenos sanitarios norte y sur tienen fecha de cese en cinco años. *Diario de Misiones, Argentina*. Recuperado de <https://www.primeraedicion.com.ar/nota/100385415/rellenos-sanitarios-norte-y-sur-tienen-fecha-de-cese-en-cinco-anos/>
255. Pedelhez, et al. (2016). Proyecto elaborado para la gestión de los residuos en la costa del Río Uruguay. Entrevista personal realizada en marzo de 2025 a los autores del proyecto. Oberá, Misiones, Argentina.
256. Peña-Montoya, C. C., Osorio-Gómez, J. C., Vidal-Holguín, C. J., Torres-Lozada, P. & Marmolejo-Rebellón, L. F. (2014). Gestión de residuos sólidos en cadenas de suministro de ciclo cerrado desde la perspectiva de la investigación de operaciones. *Revista Luna Azul*, (41), 5-28. Recuperado de <http://lunazul.ucaldas.edu.co/index.php?option=content&task=view&id=1053>
257. Peña, C., Civit, B., Gallego-Schmid, A., Druckman, A., Pires, A. C., Weidema, B., Mieras, E., Wang, F., Fava, J., Canals, L. M. i, Cordella, M., Arbuckle, P., Valdivia, S., Fallaha, S., & Motta, W. (2021). Using life cycle assessment to achieve a circular economy. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 26, 215–220.
<https://doi.org/10.1007/s11367-020-01856-z>
258. Pérez Moreno, M. D., Remache Taipei, M. M. & Mollocana Lara, J. G. (2024). Estimación de microplásticos en la atmósfera utilizando dinámica de sistemas. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(1).
https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i1.10370
259. Porter, M. & Kramer, M. (2011). La creación de valor compartido. *Harvard Business Review*, 89.
260. PRé Sustainability B.V. (2020). *SimaPro database manual - Methods library V.4.15*.
261. Primera Edición. (2025, febrero 6). Oberá: incendio en el basural del barrio Copisa habría sido intencional. Primera Edición. Disponible en <https://www.primeraedicion.com.ar/nota/100971412/obera-incendio-en-el-basural-del-barrio-copisa-habria-sido-intencional/>
262. Pro-Europe, Packaging Organization Recovery Europe. (2011). Producer Responsibility In Action. Recuperado de https://www.pro-e.org/files/PRO-EUROPE_Producer-Responsibility-in-Action_webversion_final_150811.pdf
263. Provincia de Santa Fe. (2009). *Ley Nº 13055: Basura Cero*. Boletín Oficial de la Provincia de Santa Fe, Argentina, 30 de diciembre de 2009. Recuperado de <https://www.santafe.gob.ar/boletinoficial/ver.php?seccion=30-12-2009ley13055.htm>

264. Radio la Opinión. (2024). Caminos rurales que se usan para arrojar residuos domiciliarios. Recuperado de <https://www.laopinionsemanario.com.ar/noticia/caminos-rurales-que-se-usan-para-arrojar-residuos-domiciliarios>
265. Rafew, S. M. & Rafizul, I. M. (2022). a system dynamics approach of decisive policy measures for sustainable municipal solid waste management in Khulna City of Bangladesh. En S. Hossain, M. S. Hossain, M. S. Kaiser, S. P. Majumder, & K. Ray (Eds.), *Actas de la Conferencia Internacional sobre la Cuarta Revolución Industrial y Más Allá 2021* (Apuntes de las conferencias sobre redes y sistemas, Vol. 437). Springer.
https://doi.org/10.1007/978-981-19-2445-3_11
266. Rafizul, I. M., Kraft, E., Haupt, T. & Rafew, S. M. (2024). Forecasting municipal solid plastic waste generation and management policy using system dynamics: a case study of Khulna City in Bangladesh. *Environmental Monitoring and Assessment*, 196, 544.
<https://doi.org/10.1007/s10661-024-12684-1>
267. Ranjbari, M., Shams Esfandabadi, Z., Siebers, P.-O., Pisano, P. & Quatraro, F. (2024). Digitally enabled food sharing platforms towards effective waste management in a circular economy: A system dynamics simulation model. *Technovation*, 130.
<https://doi.org/10.1016/j.technovation.2023.102939>
268. Ramírez Rojas, J. L. (2009). Procedimiento para la elaboración de un análisis FODA como una herramienta de planificación estratégica en las empresas. Recuperado de: <http://www.uv.mx/iiesca/files/2012/12/herramienta2009-2.pdf>
269. Rani, T., Wang, F., Rehman, S. A. U. & Amjad, M. A. (2025). Shaping sustainable futures in BRICS-T economies: The role of digitalization with moderating effects of green technology innovation and financial inclusion. *Technology in Society*, 82.
<https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2025.102879>
270. Reich, S. A. (2024). Gestión de residuos: Simulación mediante redes de flujo y dinámica de sistemas. *Práctica profesional supervisada de ingeniería industrial*. Disponible en Biblioteca Regional Oberá. Universidad Nacional de Misiones, Facultad de Ingeniería Oberá. Oberá, Misiones, Argentina.
271. Reyes, E. J. C., & Medina, R. F. B. (2025). Estructuras metodológicas PICO y PRISMA 2020 en la elaboración de artículos de revisión sistemática: Lo que todo investigador debe conocer y dominar. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 9(1).
https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i1.16491
272. Rau, F. (2024, 17 de mayo). *Experiencia de generación de abono con residuos orgánicos y eco-canje. Municipalidad de Apóstoles* [Reunión de Zoom en marco al Día del Reciclaje]. Ciclo de capacitaciones en EC para municipalidades, Jornada 3, Posadas, Misiones, Argentina.
273. Rihm, A., Piamonte, C., Restrepo Lagos, E. A., Correal, M., Guerra Morán, P. G. & Basani, M. (2024). Digital Transformation of Solid Waste Management: Waste Collection Innovation, Business Intelligence, and Digital Technologies to Transition Waste Management Towards Circularity in Latin America and the Caribbean. *Pasquetti, C. M.* (Ed.).
<https://doi.org/10.18235/0013169>
274. Riquelme Leiva, M. (2016). FODA: Matriz o Análisis FODA Una herramienta esencial para el estudio de la Empresa. Repositorio de Universidad de Guadalajara, Jalisco, México.
<http://biblioteca.udgvirtual.udg.mx/jspui/handle/123456789/3206>

- 275.Rivadeneira, C. & Montalvo, P. T. (2023). Cadenas y eslabones del reciclaje: una aproximación etnográfica al trabajo con la basura. *Mundos Plurales-Revista Latinoamericana de Políticas y Acción Pública*, 10(1), 175-193.
<https://doi.org/10.17141/mundosplurales.1.2023.5792>
- 276.Robèrt, K. H., Schmidt-Bleek, B., De Lardereel, J. A., Basile, G., Jansen, J. L., Kuehr, R., ... & Wackernagel, M. (2002). Strategic sustainable development - Selection, design and synergies of applied tools. *Journal of Cleaner Production*, 10(3), 197-214.
[https://doi.org/10.1016/S0959-6526\(01\)00061-0](https://doi.org/10.1016/S0959-6526(01)00061-0)
- 277.Robson (2025). Entrevista personal al Arquitecto encargado de las gestiones en el relleno sanitario de Santo André, San Paulo, Brasil. Niezwida, S. R. (entrevistadora). Santo André, San Paulo, Brasil.
- 278.Robledo, J. & Fajardo, P. (2012). Modelos conceptuales para la gestión de la innovación: revisión y análisis de la literatura. *III Congreso Internacional de Gestión Tecnológica e Innovación (COGESTEC)*. Medellín, Colombia.
- 279.Rodríguez Andrade, J. & Ibarra Vega, D. (2019). Modelo para la evaluación dinámica de la gestión de residuos ordinarios de la ciudad de Bogotá y su influencia en el índice de calidad ambiental urbana. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 10(2), 143–162.
<https://doi.org/10.22490/21456453.2411>
- 280.Rodríguez, S. (2025). Entrevista personal al Médico Veterinario encargado del área de residuos del municipio de 25 de mayo, Misiones, Argentina. Niezwida, S. Romina. (entrevistadora). Entrevista online realizada el 4 de agosto de 2025.
- 281.Rojas Lema, S. (2019). Implementación de análisis modal de fallos y efectos (AMFE). *3c Tecnología. Glosas de innovación aplicadas a la pyme*, 8(1), 64-75.
<http://dx.doi.org/10.17993/3ctecno/2019.v8n1e29/64-75>
- 282.Röver, C. & Friede, T. (2024). Investigating the Heterogeneity of “Study Twins”. *Biometrical Journal*, 66(6).
<https://doi.org/10.1002/bimj.202300387>
- 283.Sabry, F. (2024). Economías de escala: Dominar las economías de escala, una guía práctica para la eficiencia económica. Barnes & Noble.
<https://www.barnesandnoble.com/w/economias-de-escala-fouad-sabry/1144699317>
- 284.Saidón, M. (2020). *Explicar la innovación en políticas públicas: La Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos en municipios argentinos*. Editorial Teseo. ISBN 978-987-723-246-2. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.
- 285.Saidón, M. & Sorroche, S. (2024). *¿Qué hacer con los residuos?* Editorial Teseo.
<https://www.doi.org/10.55778/ts877234077>
- 286.Samset, K. & Christensen, T. (2017). Ex Ante Project Evaluation and the Complexity of Early Decision-Making. *Public Organization Review*, 17, 1–17. <https://doi.org/10.1007/s11115-015-0326-y>
- 287.Sánchez, P. M., & Forcada, S. A. (2002). Impuestos ambientales: lecciones en países de la OCDE y experiencias en México. *FRONTERA NORTE*, 16(31). Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales e Instituto Nacional de Ecología, México.
- 288.Sánchez Céspedes, J. M., Gaona Barrera, A. E. & Dallos Parra, D. L. (2022). Modelo de simulación para evaluación de políticas ambientales mediante la caracterización de la contaminación del aire en la ciudad de Bogotá usando dinámica de sistemas. *Ingeniería y Competitividad*, 24(02).

- <https://doi.org/10.25100/iyv.v24i02>
289. Sánchez-Muñoz, M. D. P., Uribe, J. J. G., & Agudelo, H. H. R. (2023). Sustentabilidad en las organizaciones del mercado de los residuos sólidos domiciliarios aprovechables en Neiva (Colombia): un análisis desde la Dinámica de Sistemas. *Criterio Libre*, 21(38). <https://doi.org/10.18041/1900-0642/criteriolibre.2023v21n38.10682>
290. Santacruz, F., Niezwida, R. & Gales, G. G. (2025). *2do Informe de Economía Circular de Misiones 2025*. Ministerio de Cambio Climático, Gobierno de Misiones; Facultad de Ingeniería Universidad Nacional de Misiones (FIO-UNaM). Recuperado de <https://cambioclimatico.misiones.gob.ar/informe-economia-circular-misiones-2025/>
291. Sarache-Castro, W. A., Costa-Salas, Martínez-Giraldo, Jhully Paulin. (2015). Environmental performance evaluation under a green supply chain approach. *DYNA*, 82(189), 207-215. <https://doi.org/10.15446/dyna.v82n189.48550>
292. Sassen, S. (2015). The impact of the new technologies and globalization on cities. En *The City Reader*, Routledge, 5, 706-714. <https://doi.org/10.4324/9780429261732-72>
293. Sacco, P., Vinante, C., Borgianni, Y., Orzes, G., Pieroni, P., Kravchenko, M., Pigosso, D. C. A. & McAloone, T. C. (2021). Circular economy at the firm level: a new tool for assessing maturity and circularity. *Sustainability*, 13(9). <https://doi.org/10.3390/SU13095288>
294. Segura, A., Rojas, L., & Pulido, Y. (2020). Referentes mundiales en sistemas de gestión de residuos sólidos. *Revista Espacios*, 41(17), 1-9.
295. Sosunova, I., Happonen, A., Wolff, A., & Porras, J. (2024). Towards a Smarter Waste Management: Developing and Evaluating a Smart Waste Management Decision Support Framework. *International Journal of Social Ecology and Sustainable Development (IJSESD)*, 15(1), 1-36. <https://doi.org/10.4018/IJSESD.361770>
296. Stahel, W. (1982). The product life factor. En G. S. Orr (Ed.), *An Inquiry into the Nature of Sustainable Societies. The Role of Private Sector*, 72–105. Houst.
297. Stewart, D. W., Shamdasani, P. N. & Rook, D. W. (2007). *Focus groups: Theory and practice* (2ª ed.). Sage. (Applied Social Research Methods Series, 20).
298. Stoffel, M. R. F. (2024). Gestión de residuos sólidos urbanos: Aplicación de ASTM y herramientas de ingeniería. *Práctica profesional supervisada de ingeniería industrial*. Disponible en Biblioteca Regional Oberá. Universidad Nacional de Misiones, Facultad de Ingeniería Oberá. Oberá, Misiones, Argentina.
299. Subsecretaría de Economía Circular, Provincia de Misiones. (2025). *Informe de Gestión 2024: Economía Circular* [PDF]. Ministerio de Cambio Climático de Misiones. Recuperado de https://cambioclimatico.misiones.gob.ar/wp-content/uploads/2025/01/Informe-2024-Economia-Circular_compressed.pdf
300. Swarr, T. E., Hunkeler, D., Klöpffer, W., Pesonen, H. L., Ciroth, A., Brent, A. C. & Pagan, R. (2011). Environmental life-cycle costing: a code of practice. *The international Journal of Life Cycle Assessment*, 16, 389–391.
301. Tabata, T. & Tsai, P. (2015). Heat supply from municipal solid waste incineration plants in Japan: Current situation and future challenges. *Waste Management & Research: The Journal for a Sustainable Circular Economy*, 34(2), 148-155.

- <https://doi.org/10.1177/0734242X15617009>
302. Talancón, H. P. (2007). La matriz FODA: alternativa de diagnóstico y determinación de estrategias de intervención en diversas organizaciones. *Enseñanza e Investigación en Psicología*, 12(1), 113-130.
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=29212108>
303. Tao, Y., Hadigheh, S. A. & Wei, Y. (2023, julio). Recycling of glass fibre reinforced polymer (GFRP) composite wastes in concrete: A critical review and cost benefit analysis. En *Structures*, 53, 1540-1556. Elsevier.
304. Tapia, A. G., Verástegui, J. L. & Lavín, J. (2020). El papel de los actores de la cuádruple hélice en el emprendimiento tecnológico de Tamaulipas. *Paradigma Económico. Revista de Economía Regional y Sectorial*, 12(2), 93-124. Universidad Autónoma del Estado de México. Recuperado de <https://www.redalyc.org/journal/4315/431564346005/html/>
305. Tchobanoglous, G., Theisen, H. & Vigil, S. (1994). *Gestión Integral de Residuos Sólidos*. Madrid: McGraw-Hill.
306. Tchobanoglous, G. K. F. (2002). *Handbook of solid waste management*. New York: McGraw-Hill.
307. Tognato de Oliveira, C., Canal Bonfante, M., Uriona Maldonado, M. & Soares, S. R. (2023). Continuing education to food waste management: A system dynamics simulation. *Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional*, 19(2).
<https://doi.org/10.54399/rbgdr.v19i2.6739>
308. Torres, V., Naser, A., & Barragán, D. (2025). Participación y colaboración en la gestión pública: Lecciones a más de diez años de la implementación de planes de gobierno abierto en América Latina y el Caribe. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
<https://repositorio.cepal.org/entities/publication>
309. Torres-Gastelú, C. A., & Torres-Real, C. (2025). Validación de una escala sobre la percepción de la Inteligencia Artificial en la educación superior. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 9(2).
https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i2.17324
310. United States Environmental Protection Agency. (2020). *National overview: Facts and figures on materials, waste and recycling*. EPA. <https://www.epa.gov/facts-and-figures-about-materials-waste-and-recycling/national-overview-facts-and-figures-materials>
311. UN. (2015a). *The Paris Agreement* [Documento web]. <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement> (Accedido el 8 de abril de 2021).
312. UN. (2015b). *Sustainable Development Goals* [Documento web]. <https://sdgs.un.org/> (Accedido el 8 de abril de 2021).
313. UNEP/SETAC Life Cycle Initiative. (2009). *Guidelines for social life cycle assessment of products*. United Nations Environment Programme.
314. UNEP/SETAC Life Cycle Initiative. (2011). *Towards a Life Cycle Sustainability Assessment*. UNEP/SETAC Life Cycle Initiative.
315. UNEP/SETAC Life Cycle Initiative. (2013). *The methodological sheets for sub-categories in social life cycle assessment (S-LCA)*.
<https://doi.org/10.1007/978-1-4419-8825-6>
316. UNEP. (2020). *Guidelines for social life cycle assessment of products and organizations*. United Nations Environment Programme.

317. UNEP. (2021). *Methodological sheets for subcategories in social life cycle assessment (S-LCA)*. United Nations Environment Programme.
318. Universidad de Navarra. (2017). *TECNUN circular economy diagnostic questionnaire* [Documento web]. <https://economiecircular.wixsite.com/economiecircular/cuestionario> (Accedido el 25 de abril de 2022).
319. Uranga, W., Barrientos, E., Bornhoft, G., Espinosa, A. & Ramírez, J. (2020). *Planificación y gestión de procesos comunicacionales*. Ediciones del Signo.
320. Valderrama, B. (2019). Transformación digital y organizaciones ágiles. *Arandu Utic*, 6(1), 15-50.
321. Valladares-Rosado, P. (2016). *Modelo de gestión estratégica de proyectos para la Municipalidad de Turrialba* [Tesis de maestría]. Instituto Tecnológico de Costa Rica, Turrialba, Costa Rica. Disponible en <https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6847/modelo-gestion-estrategica-proyectos-municipalidad.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
322. Vallejos, V. H. & Pohl Schnake, V. (2005). Formas de gestión de residuos sólidos urbanos en la provincia de Buenos Aires. VII Jornadas de Investigación del Centro de Investigaciones Geográficas y del Departamento de Geografía, 8 de noviembre de 2005, La Plata, Buenos Aires, Argentina. http://www.fuentesmemoria.fahce.unlp.edu.ar/trab_eventos/ev.792/ev.792.pdf
323. Valls-Val, K., Ibáñez-Forés, V. & Bovea, M. D. (2022). How can organizations measure their level of circularity? A review of available tools. *Journal of Cleaner Production*, 354. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.131679>
324. Van den Driesche, C. & Kerklaan, S. (2022). The value of visual co-analysis models for an inclusive citizen science approach. Inspired by co-creation methods from design thinking. *fteval Journal for Research and Technology Policy Evaluation*, 53, 51-60. <https://doi.org/10.22163/fteval.2022.571>
325. Vásquez, O. (2005). Modelo de simulación de gestión de residuos sólidos domiciliarios en la Región Metropolitana de Chile. *Revista de Dinámica de Sistemas*, 1(1), 27-52.
326. Vidal Terceros, C., & Frolik, D. (2020). *Evaluación y propuesta de un plan de gestión de residuos generados en obras de construcción de gran escala en la ciudad de Buenos Aires* [Tesis de grado, Pontificia Universidad Católica Argentina]. Repositorio Institucional UCA. <https://repositorio.uca.edu.ar/handle/123456789/11554>
327. Vidal, J. S. Z. (s.f.). Z O O P *Planificación de proyectos orientada a objetivos - Introducción al método - Definiciones - Procedimientos técnicos*. Disponible en <https://www.academia.edu/38613214>
328. Villanueva, B. M. (2022). *Herramienta metodológica colaborativa para facilitar los procesos de creación y fortalecimiento de pyme en regiones periféricas. Aplicación en la provincia de Salta* [Tesis doctoral]. Universidad Nacional de Salta, Salta, Argentina. https://rid.unam.edu.ar/bitstream/handle/20.500.12219/5600/Villanueva%20BM_2022_Herramienta%20metodologica.pdf?sequence=1&isAllowed=y
329. Villajuana, C. (2003). *Gestión estratégica integral*. Lima, Perú: Master Empresarial EIRL.
330. Vinante, C., Sacco, P., Orzes, G. & Borgianni, Y. (2021). Circular economy metrics: Literature review and company-level classification framework. *Journal of Cleaner Production*, 288. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125090>
331. Voudrias, E. A. (2025). Revisiting the circular management of healthcare waste: The 10R circular economy hierarchy. *Detritus*, 31, 121–136. <https://doi.org/10.31025/2611-4135/2025.19487>

- 332.Wafa, W., Sharaai, A. H., Matthew, N. K., Ho, S. A. J. & Akhundzada, N. A. (2022). Organizational life cycle sustainability assessment (OLCSA) for a higher education institution as an organization: A systematic review and bibliometric analysis. *Sustainability*, 14(5), 2616.
<https://doi.org/10.3390/su14052616>
- 333.WBCSD. (2020). *CTI - Circular transition indicators V1.0*. World Business Council for Sustainable Development.
- 334.WBCSD & BCG. (2018). *The new big circle*. Geneva.
- 335.Yasinski, S. (2022). *Gestión estratégica organizacional con aplicación en las ferias francas de la provincia de Misiones* [Tesis doctoral]. Facultad de Ingeniería Oberá, Universidad Nacional de Misiones. Oberá, Misiones, Argentina.
- 336.Yolin, C. (2015). *Waste Management and Recycling in Japan: Opportunities for European Companies (SMEs focus)*. EU-Japan Centre for Industrial Cooperation. Recuperado de https://cdnw8.eu-japan.eu/sites/default/files/publications/docs/waste_management_recycling_japan.pdf
- 337.Young, A. (2019). *El sogo shosha: Las empresas comerciales multinacionales de Japón*. Routledge.
- 338.Zaccaro, M. C. (2024). *Gestión integral de RSU* [Material didáctico]. Facultad de Ingeniería Oberá, Universidad Nacional de Misiones. Oberá, Misiones, Argentina.
- 339.Zamora, M. E., Huerta, A. H., Maqueo, O. P., Badillo, G. B., & Bernal, S. I. (2016). Cambio global: El Antropoceno. *CIENCIA ergo-sum*, 23(1), 67-75. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=10444319008>
- 340.Zubczuk, A. (2024). Gestión de residuos en colaboración con la Municipalidad de Campo Viera: Evaluación y conclusión a partir del sistema actual y un escenario posible. *Práctica profesional supervisada de ingeniería industrial*. Disponible en Biblioteca Regional Oberá. Universidad Nacional de Misiones, Facultad de Ingeniería Oberá. Oberá, Misiones, Argentina.

Compromiso de ética

Declaro que el presente Documento de Tesis de mi autoría, presentado al Doctorado en Ingeniería Industrial (carrera interinstitucional), en la que estoy inscripta en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Misiones, ha sido desarrollada de acuerdo a los siguientes Criterios:

Integridad Académica: Declaro que he seguido todas las indicaciones y normativas establecidas por la universidad para la elaboración de mi Tesis Doctoral.

Originalidad del Trabajo: Declaro que la totalidad de la Tesis presentada resulta de mi trabajo original y que no he cometido plagio en ninguna de sus partes. He citado correctamente todas las fuentes y referencias utilizadas, de acuerdo con las normas legales, académicas y éticas establecidas. Deslindo responsabilidad de los directores de Tesis, quienes solo me han brindado asesoría y supervisión adecuada.

Uso de herramientas de Inteligencia Artificial: Declaro que he utilizado herramientas de Inteligencia Artificial Generativa (IAG) de manera ética y responsable, únicamente como apoyo en tareas permitidas por las normativas legales, académicas y éticas, siempre asegurándome de que el contenido y las ideas expresadas en la Tesis sean de mi autoría.

Oberá (Misiones), 20/10/25.



Sonia Romina NIEZWIDA
DNI 36.462.030

ANEXOS

ANEXO 1.1

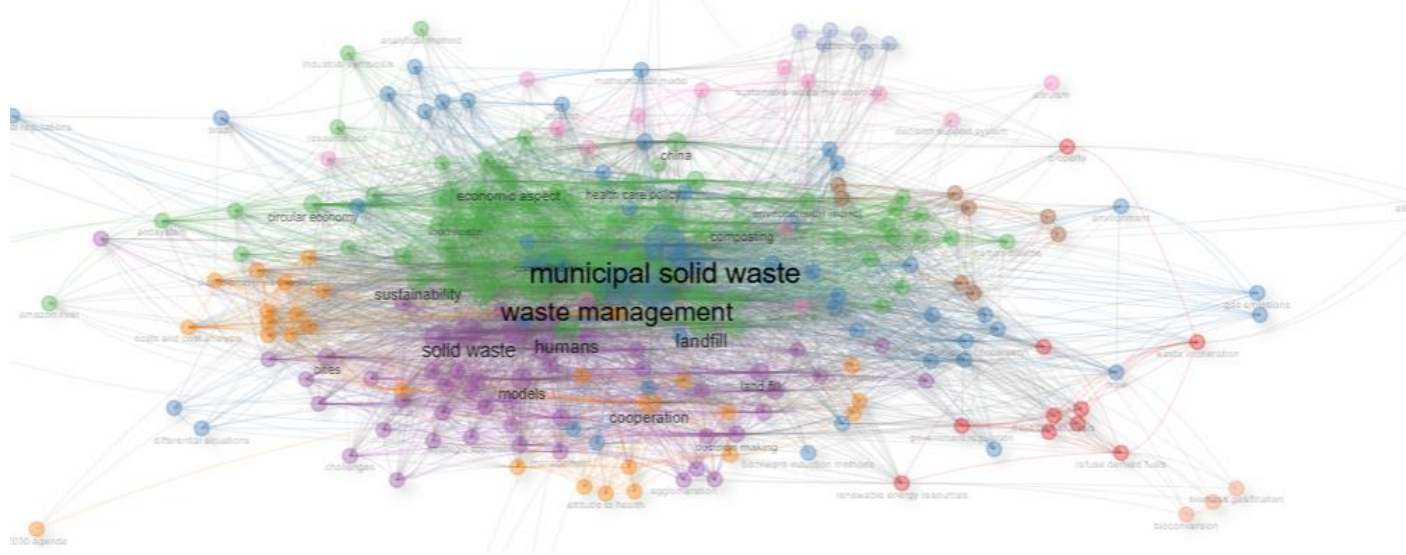
Estaciones de transferencia de Misiones, Argentina y municipios a los que atienden

ZONA SUR: ET	LOCALIDADES QUE UTILIZAN ET	POBLACIÓN POR LOCALIDAD	ZONA NORTE: ET	LOCALIDADES QUE UTILIZAN ET	POBLACIÓN POR LOCALIDAD
Posadas	Posadas	310.517	Campo Grande	C. Grande	13.574
		310.517		C. Viera	11.327
Garupá	Garupá	86.667			24.901
		86.667			
Candelaria	Candelaria	19677	Aristóbulo del Valle	A. del Valle	30.049
	Cerro Cora	684		2 de mayo	19.296
	Cnia.Profundidad	856		Salto Encantado	2.401
		21.217			49.345
Santa Ana	Santa Ana	7.619	San Vicente	San Vicente	55.757
	Loreto	1.005			55.757
	Bonpland	2.620	El Soberbio	El Soberbio	28.167
		11.244		Cnia. Aurora	6.938
San Ignacio	San Ignacio	12.165	San Pedro	San Pedro	44.102
		12.165		Pozo Azul	5.000
					44.102
Santo Pipo	Corpus	3.828	B. De Irigoyen	B. De Irigoyen	18.723
	Santo Pipó	7.110		2 Hermanas	1.443
	Gdor Roca	7.168			18.723
	Gral Urquiza	1.073	San Antonio	S. Antonio	10.369
		19.179			10.369
Apóstoles	Apóstoles	33.656	J. América	J. América	26.861
	Azara	5.119		H. Irigoyen	2.449
		38.775			P. Leoni
Concepción de la Sierra	C. de la Sierra	5.119			32.528
	Tres Capones	5.119	Puerto Rico	Puerto Rico	22.519
	Santa Maria	1.467		Capioví	6.427
		R. de Montoya		4.013	
				Caragutatay	11.031

ZONA SUR: ET	LOCALIDADES QUE UTILIZAN ET	POBLACIÓN POR LOCALIDAD	ZONA NORTE: ET	LOCALIDADES QUE UTILIZAN ET	POBLACIÓN POR LOCALIDAD
San Javier	San Javier	14.746			43.990
	Mojón Grande	2.275	Puerto Iguazú	Puerto Iguazú	62.590
	Itacaruaré	3.828			62.590
		20.849			
L. N Alem	Leandro N. Alem	33.409	Puerto Esperanza	Puerto Libertad	7.502
	Dos Arroyos	2.664		Wanda	20.066
	Olegario Andrade	1.485		Puerto Esperanza	19.492
	Caa Yari	640			47.060
	Cerro Azul	6.640	Andresito	Andresito	30.925
	Gdor. López	2.319			30.925
		47.157	Eldorado	Eldorado	79.499
Oberá	Campo Ramón	10.046		9 de Julio	3.877
	Oberá	83.261		C. Victoria	2.648
	Los Helechos	2.951	Santiago de Liniers	2.332	
	Guaraní	5.328		88.356	
	Gral. Alvear	1.062	Montecarlo	Montecarlo	27.446
	Colonia Alberdi	3.841		Puerto Piray	9.697
	San Martín	2.135		El Alcázar	5.532
	Panambí	6.595		Caraguatay	3.503
		115.219			46.178
Fachinal	461	Alba Posse	Alba Posse	7.439	
San José	8.047		25 de Mayo	14.344	
					21.783
11 E.T.	37 localidades	703.202 hab	15 E.T.	35 localidades	583.681 hab

Elaborado en base a datos suministrados por AESA Misiones (2024)

A continuación, se presentan los clústeres que tiene como eje central a "municipal solid waste" y "waste management". En el esquema que sigue, se muestran los demás conceptos involucrados.



Palabras repetitivas en los artículos analizados.

ANEXO 1.3

Clasificación de los residuos

Clasificación según su	Tipo	Descripción	Ejemplos
Tipo	Residuo sólido seco	VOLUMINOSOS: aquellos que por su forma tamaño volumen o peso no pueden ser retirados por el servicio de recolección general y por tanto requieren servicios de retirada OTROS: Son fácilmente recuperables si no están mezclados RECHAZO/basura: no tiene posibilidad de valorización.	Muebles, colchones, electrodomésticos, chatarra, vehículos y sus partes; residuos de la construcción como ser maderas, hormigones, acero, ladrillos, piedras, materiales de electricidad, gas y agua, vidrios planos, plásticos, materiales sintéticos, escombros en general.
	Residuo sólido mojado	Son restos de comida que contienen relativamente bastante humedad para ser descompuestos.	Pueden ser orgánicos como restos de comida y jardín o inorgánico como plásticos mojados.
	Residuo líquido	Restos de líquidos de cocina, de limpieza y de higiene humana.	Aceites vegetales, leche, jugos, líquidos limpiadores, detergentes, restos de grasa, cosméticos de uso personal. Aguas cloacales.
	Residuo gaseoso	Residuos consecuencia del uso de electrodomésticos.	Gases emitidos por cocinas, calefones, estufas o calefactores a gas.
Composición química	Residuo sólido orgánico	Aquellos de origen biológico, que en algún momento formaron parte de un ser vivo o derivan de los procesos de transformación de combustibles fósiles. Son de rápida descomposición, atraen a roedores, insectos y animales domésticos.	Huesos, cáscaras, restos de frutas, verduras y comidas en general. Restos de poda y de jardín.
	Residuo sólido inorgánico	Son los desechos no biológicos, de origen industrial o de algún otro proceso no natural. Tardan en descomponerse. Pueden ser reciclados a través de métodos artificiales y mecánicos.	Plástico, papel, vidrio, metal y textil.
	Residuo inerte	Son residuos que no presentan ningún riesgo para el medio ambiente. En estos se incluye a toda otra sustancia que no necesite ningún tratamiento previo a su disposición final.	Tierra pura, cortezas, serrines, cascarillas, barros inertes, cenizas, polvos, arena.
Origen	<u>Residuo domiciliario</u>	Son los residuos sólidos originados por la vida diaria de las casas donde viven las personas. Pueden contener residuos peligrosos. En los municipios de Misiones: Alrededor de 50% son orgánicos, 30% reciclables y lo demás es basura ó rechazo.	Restos de alimentos, productos deteriorados, periódicos, revistas, envases, envoltorios, papel higiénico, pañales descartables, jeringas, pilas y otros peligrosos.

Clasificación según su	Tipo	Descripción	Ejemplos
Origen	Residuo comercial	Los residuos sólidos de los comercios, generalmente embalajes.	Papel, plásticos, embalajes y envoltorios, desechos de aseo.
	Residuo de barrido a veces llamado "verde"	Los residuos originados por los servicios de higiene pública urbana (incluye la vía pública, playas, alcantarillas, cloacas, plazas, terrenos baldíos, restos de poda, etc.) y limpieza de espacios.	Restos de vegetales diversos, envoltorios, cajas.
	Residuos de establecimientos de salud y hospitalarios	Los residuos sólidos que se generan en los establecimientos de la salud tales como hospitales, clínicas, laboratorios, farmacias, clínicas veterinarias y otros.	Jeringas, algodones, gasas y otros. El apartado 1.6 está dedicado a ampliar la información y subclasificación de este tipo de residuos sólidos.
	Residuos de puertos, aeropuertos y terminales de ómnibus o ferroviarias	Son residuos que pueden contener gérmenes potencialmente patógenos traídos desde el extranjero.	Material de higiene, aseo personal y restos de alimentos que pueden transmitir enfermedades provenientes de otras ciudades, Estados o países.
	Residuos Industriales	Son residuos sólidos originados por las actividades industriales (petroquímica, química, del papel, metalúrgica, alimenticia, etc.)	Cenizas, lodos, aceites, plásticos, papel, madera, fibra, goma, metal, escorias, vidrios, cerámicas, etc..
	Residuos agrícolas	Son residuos sólidos de actividades agrícolas y pecuarias. Estos residuos constituyen en la actualidad una preocupación creciente por su toxicidad (envases de agroquímicos) o por la cantidad generada (estiércol animal en establecimientos ganaderos intensivos).	Envases de abono, insecticida, herbicida, pesticida, resto de raciones, resto de cosecha, estiércol animal
	Residuos de la construcción	Son residuos sólidos de la construcción y demolición. Los escombros están compuestos generalmente por material inerte y pueden ser reaprovechados.	Restos de obra, tierra de excavaciones, etc
Peligrosidad	Peligroso	Cuando al manejar y/o disponer inadecuadamente pueden causar muerte, enfermedad; o cuando sea peligroso para la salud o para el medio ambiente.	Incluye a los residuos indicados en el Anexo I o quienes tengan alguna de las características enumeradas en el Anexo II de la ley Nacional Argentina N° 24051.
	No peligroso	Se considera a los residuos sólidos urbanos provenientes de las actividades domiciliarias y municipales, como los producidos por comercios, oficinas y servicios que sean asimilables a ellos.	Son los residuos fermentables (materia orgánica), papel, carbón, plástico, madera, goma, cueros, trapos.

Elaborado a partir de Ley N 25916/2004 GESTION DE RESIDUOS DOMICILIARIOS Decreto 779/2022, Anexo I; Zaccaro, (2024) y el glosario de términos de la ORDENANZA VI - N° 29/2014 de Posadas, Misiones, Argentina.

ANEXO 1.4

Historia de los residuos y consecuencias del manejo ineficiente

Si bien es cierto que la actividad humana siempre ha generado desechos, encontramos las primeras referencias a la deposición de ellos en los tiempos en que los seres humanos comenzaron a congregarse en tribus, aldeas y comunidades, y la acumulación de residuos llegó a ser una consecuencia de la vida en la sociedad (Tchobanoglous et al., 1994).

La aparición del primer relleno sanitario hacia el año 3000 AC se da en Creta (Grecia), donde la más avanzada civilización en términos de saneamiento, se excavó un enorme agujero en el que se vertían los desperdicios hasta ciertos niveles; en esta misma ciudad para el año 2100 AC las casas estaban dotadas de baños conectados a un sistema de alcantarillado y para el año 1500 AC la isla contaba con áreas específicas para la disposición final de residuos orgánicos. Por otra parte, excavaciones realizadas en la antigua Babilonia revelan la existencia de desagües, pozos negros y sistemas de aguas cloacales. Así como la ciudad egipcia de Heracleopolis, contaba con procedimientos de recolección y disposición de todos los desechos de los barrios de élite y religiosos cerca del año 2100 AC (Jiménez Martínez, 2017).

Posteriormente, hacia el año 500 AC en Atenas se promulgó una ley por la cual la basura debía ser vertida al menos a una milla de distancia de la ciudad; igualmente hay referencias que señalan que “los romanos establecieron en la mayor parte de sus ciudades sistemas de alcantarillado como la Cloaca Máxima de Roma, un embrión en el tratamiento de desechos” (Balet, 2011). También se ha documentado que para del año 200 DC, en China existían tanto una “policía sanitaria” como una “policía de tráfico”, la primera dotada de carcasas de remoción humana y animal y la segunda encargada de la supervisión del barrido de las calles en las grandes ciudades (Zaccaro et al., 2024).

En la edad media (476 D.C hasta 1450 D.C) se produjo la llamada Muerte Negra, que cobró la vida de millones de europeos. Gran Bretaña introdujo los *rakers*, que son los primeros “hombres de la basura” cuyo trabajo era remover la basura de las calles con una frecuencia semanal.

Edad Moderna: 1450 D.C a 1789 D.C En París para el año 1506 “se empezó a organizar la recolección de desechos” (Balet, 2011).

Edad antigua: 2000AC

-Se reciclan virutas de bronce en Europa

-China fabrica fertilizantes utilizando excremento, restos de animales, paja, cenizas vegetales.

3000-1500AC

La capital de Creta (tierra de Grecia) cuenta con lugares para la disposición de residuos en grandes cantidades, que eran luego cubiertos por tierra, que constituye el primer relleno sanitario

500AC

En Atenas los residuos eran depositados a una distancia no menor de una milla de la ciudad. Estaba prohibido depositar residuos en las calles de la ciudad.

1DC

En la biblia aparece el término Sheol: sitio a las afueras de Jerusalén donde se depositaban los residuos para ser quemados.

250DC

Los Mayas contaban con sitios para depositar los residuos. Estos depósitos explotaban y se incendiaban con frecuencia. Los Mayas también reciclaban residuos inorgánicos utilizándolos como relleno en construcciones.

200DC

Los romanos crean el primer sistema de recolección de residuos. Dos hombres circulaban por las calles recolectando residuos y depositándolos dentro de un contenedor.

Edad contemporánea 1789 a la actualidad: En 1789 se desarrolló la revolución francesa y con ello cambios económicos, sociales y políticos. Más adelante y con el desarrollo de la era industrial, el desecho se convirtió en un producto urbano. Si bien es cierto que el desecho siempre ha existido, la industrialización y la urbanización lo dotaron de condiciones específicas en presencia, tamaño, número y características físicas que le atribuyen una paternidad innegable. A partir de entonces se emplea el término desecho para designar a los materiales generados por la actividad humana descuidando la idea que ellos puedan ser valorizados, las industrias no fomentarán la utilización sino que buscarán el menor costo: el desecho tal y como lo conocemos había nacido (Barles, 2012).

Hitos que marcaron la necesidad de gestión de los residuos domiciliarios:

1354 -Los ingleses, que ya encargaban de barrer los excrementos de las calles de las ciudades una vez por semana, ahora se encargan de recolectar todos los residuos que se encuentran en las calles.

1388 -El parlamento inglés prohíbe que se tiren residuos en los pozos de agua.

1400 -Las pilas de residuos en las afueras de París en Francia, son tan altas que comprometen a la defensa de la ciudad. Los enemigos podían trepar los residuos y llegar a lo más alto de la muralla.

1407 -El Estado inglés decide que los residuos deben permanecer dentro de los hogares hasta el momento que pasen los recolectores de residuos.

1490 -Las ciudades alemanas exigían que los transportes que ingresaban a la ciudad trayendo productos sean utilizados para sacar residuos fuera de la ciudad.

1500 -Las minas de cobre españolas utilizan virutas de hierro para la cementación del cobre, una práctica de reciclado que todavía se utiliza.

Con la revolución Industrial, se concentra la producción y generación de residuos.

A comienzos del siglo XX se da un primer paso hacia un manejo organizado de los residuos sólidos urbanos.

1940 -Nueva York y California comienzan a realizar un vertido controlado de residuos sólidos e implementan programas para el control de vectores y prevención de enfermedades. Entre las décadas del 1940 y 1970 la administración de los residuos sólidos se comienza a llevar a cabo focalizándose en el control de la generación, recolección, transporte, tratamiento y disposición final, considerando sobre todo los efectos en el ambiente y en la salud de la población.

1972: La **Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano** en Estocolmo marcó un punto de inflexión en la conciencia ambiental y la necesidad de abordar los residuos urbanos.

1987: El **Informe Brundtland** introdujo el concepto de **desarrollo sostenible**, impulsando estrategias para la gestión de residuos.

1992: La **Cumbre de la Tierra en Río de Janeiro** promovió políticas de reducción, reutilización y reciclaje (3Rs).

2000 en adelante: La Unión Europea, EE.UU. y otros países comenzaron a implementar políticas de EC y separación en origen.

2015: se elaboran los **Objetivos de Desarrollo Sostenible** por la ONU dentro de la **Agenda 2030**, estos dieron un impulso clave a la gestión de los **residuos sólidos domiciliarios (RSD)** al incluir metas específicas sobre **consumo responsable, EC y gestión de desechos**.

La situación más complicada a lo largo de la historia de la República Argentina la constituye la ciudad de Buenos Aires y el conurbano bonaerense que han sido desde siempre el mayor asentamiento en el territorio de nuestro país (CEAMSE, s.f.) y por ende generador de desechos. Sin embargo, desde los municipios y en vistas al cambio climático es necesario aportar acciones que puedan contribuir a gestionar los RSD.

ANEXO 1.5

Marco legislativo para los residuos en argentina: niveles de legislaciones vigentes

Ley N°	Denominación	Alcance
Ordenanzas municipales	Depende de cada jurisdicción ⁵⁴ (si el municipio posee carta orgánica, entonces puede tener ordenanza específica). Por ej. La segunda ciudad más grande de la provincia de Misiones establece: "La Municipalidad se obliga a dictar las normas necesarias para una adecuada gestión y manejo de los residuos. Todo ello tendiente a la minimización de los mismos, prevención de riesgos ambientales y protección de la salud y el bienestar de la persona. Desarrolla programas de capacitación promoviendo la incorporación de hábitos culturales que permitan buenas prácticas ambientales de generación y clasificación de residuos desde el ámbito familiar".	MUNICIPAL
LEY XVI - N° 89 (Antes Ley 4274)	Art. 1: establece que tiene por objeto establecer las exigencias básicas de la gestión integral de los residuos sólidos urbanos en el ámbito de la Provincia, conforme a lo establecido por la Ley 25.916 de Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental. La ley provincial establece como objetivos, eliminar las fuentes de contaminación que representan los basurales a cielo abierto, lograr el manejo racional de los residuos sólidos urbanos mediante su gestión integral, promover la valoración de los residuos, mediante métodos y procesos adecuados, incentivando la separación en origen, minimizar los impactos negativos que los residuos puedan producir sobre el ambiente e involucrar a la sociedad en cuanto a su responsabilidad en relación a la generación de residuos y a la toma de decisiones respecto de la gestión de los mismos. En cuanto a la competencia, o sea, qué organismo y de qué jurisdicción corresponde la gestión de los RSU, estos quedan a cargo de los municipios de todo el país, más allá de la colaboración provincial y nacional.	PROVINCIAL (Misiones)
25.565 de Política Ambiental	Establece los lineamientos generales de protección del medio ambiente en nuestro país con principios e instrumentos y crea un fondo de reparación ambiental, un Sistema Federal Ambiental liderado un Consejo Federal de Medio Ambiente (COFEMA).	NACIONAL (Argentina)
25.916 de Protección Ambiental para la Gestión Integral de Residuos Domiciliarios	Determina los presupuestos mínimos de protección ambiental para la gestión de estos residuos.	NACIONAL (Argentina)
27.279 de presupuestos mínimos de protección ambiental	Establecer la gestión integral de envases vacíos de fitosanitarios, entre otras muchas más que dan contenido al derecho ambiental.	NACIONAL (Argentina)

Elaboración propia a partir de Infoleg, Carta Orgánica de Oberá y Fernández, M. et al. (2019).

⁵⁴ La jurisdicción refiere a cada municipio, aquel que posee legislación propia, es decir su "carta orgánica", dentro de ella establece ordenadas de alcance municipal. En general los municipios periféricos de Misiones, Argentina no poseen carta orgánica.

ANEXO 1.6

Clasificación general de modelos de gestión

Modelos de Gestión
<p>Modelo de Gestión Administrativo</p> <p>Compuesto por un conjunto de acciones orientadas al logro de los objetivos de la organización (planear, dirigir, coordinar y controlar). Uno de los requisitos para la aplicación del modelo es el compromiso de la máxima dirección del organismo y la fijación de requisitos mínimos. Se caracteriza por procedimientos fácilmente reproducibles. Considera los enfoques de orientación al cliente, mejora continua y la participación activa del personal. Entre los modelos más difundidos se encuentra el de “Deming”; “Malcolm Baldrige” y el Modelo Europeo de Gestión “Management (EFQM)” entre otros. Autores: Valenzuela y Rosas (2007); Armijo (2012); López (2014); Felcman (2015); Blandez (2016); Gimer et al. (2010); Chévez (2016); Ortiz Cumbe (2017).</p>
<p>Modelo de Gestión por Procesos</p> <p>Describen acciones orientadas a mejorar el flujo para agregar valor a materias primas a través del uso del recurso humano con el fin de obtener resultados productos o servicios que satisfagan a sus clientes. Es una forma de organización diferente de la clásica donde se prima la visión del cliente sobre las actividades de la organización, además aporta una visión y herramienta con la que se puede mejorar el flujo de trabajo para hacerlo más eficiente. El enfoque basado en procesos se puede reflejar en cuatro grandes pasos: 1) la identificación y secuencia de los procesos; 2) la descripción de cada uno de los procesos; 3) el seguimiento y la medición para conocer los resultados que obtienen; y 4) la mejora de los procesos basada en el seguimiento y medición realizada.”. Por ejemplo, el modelo BPM Business Process Management formulado por Michael Hammer y James Champy. Autores: Brull (2007); Rebollo (2007); Medina (2008); Hernández y Medina (2009); Cabrera (2010); Hernández (2010); Campo Gómez (2012); Gaitán Ruiz Fuentes et al. (2013); Balseca Lozada (2014); Muñoz (2014); Carrión et al. (2016), Manzanilla Belandria (2017).</p>
<p>Modelo de Gestión de la Calidad</p> <p>Basado en la autoevaluación de las organizaciones para conocer el Estado actual respecto del ideal por medio de criterios normalizados con medidas internacionales como el Sistemas de Gestión de Calidad (SGC) y las International Organización for Standardization (ISO). Con la ventaja de ser utilizados en cualquier tipo de organización (con, o sin fines de lucro, manufacturera o de servicios, grande, mediana o pequeña). Los modelos más difundidos son: Modelo de gestión de calidad total (TQM); Modelo Malcolm Baldrige y Modelo Europeo de Gestión de Calidad. Autores: Morles (2001); Herrera Acosta (2006); Gaitán Rebollo (2007); Santiago Carrillo (2008); Vásquez Paucar (2012); Gestión y administración (2014); Navarro Arvizu (2014); Carrión et al. (2016); Alajo Toapanta (2018).</p>
<p>Modelo de Gestión de Recursos Humanos</p> <p>También definido como “Modelo de Gestión de intangibles”, estos modelos en su mayoría se logran a través de un plan estratégico donde evalúan la situación actual de la gestión de los recursos humanos, las comparan con otras organizaciones y proponen mejoras de capacidades según el objetivo de la alta gerencia. Los modelos más utilizados son: Modelo de gestión de Harper y Lynch; Modelo de Werther y Davis; Modelo de Chiavento; Modelo de Beer; Modelo Mecanicista y Modelo Humano Paternalista. Autores: Cárdenas Agreda (2009); Hernández (2013); Gestión y administración (2014); Bordas Martínez (2016); Alvarez (2017); Ortiz Cumbe (2017).</p>
<p>Modelo de Gestión de la Tecnología</p> <p>O “modelo de Gestión Tecnológica”, trata de forma integral la gestión a partir del diagnóstico, planificación e implementación tecnológica en la organización. Es un modelo que está estrechamente relacionado con la gestión del conocimiento. Entre los modelos más utilizados se encuentran: Modelo De Hidalgo Nuchera; Modelo de las Seis Facetas; Modelo De Sumanth; Modelo De Hidalgo y León y Pavón. Hidalgo (1999); Castellanos Domínguez (2007); Kalenatic et al. (2009); Morales (2012); ISO (2015).</p>

Modelo de Gestión de la Innovación

Considerado como un modelo avanzado de gestión, compuesto por un conjunto de características que permite a las organizaciones medir su capacidad innovadora, comparar con otras, identificar las brechas existentes y aplicar acciones para mejorar la capacidad de innovación. Los directivos deben garantizar el cumplimiento de las funciones básicas para garantizar la sostenibilidad de la organización (Inventariar, Vigilar, Evaluar, Mejorar y Proteger). A diferencia del modelo de Gestión de la calidad, este modelo posee una amplia dirección y requiere que el personal tenga conocimientos en gestión. Estos modelos se clasifican por generaciones según el aumento de su complejidad e integración. Los principales modelos son: por Etapas; Interactivos; Integrados; en Red; de innovación abierta; de I+D+I; de innovación tecnológica; Kaplan y Nort, de las hélices, entre otros. Autores: Morales (2001); López (2009); Cifuentes y Muñoz (2010); Sampieri y Fernández (2011); Arzola et al. (2012); Robledo y Fajardo (2012), Viera Manzo (2017), Etkowitz y Leydesdorff (2020).

Modelo de Gestión Pública

La aplicación de estos modelos garantiza la eficiencia y estabilidad de las organizaciones, se basa en principios respetando una estructura normativa, donde la máxima autoridad es el Estado. Los principales modelos relevados son: Modelo de gestión Burocrático (Jerárquico); Modelo de gestión Innovativo (Individualista) y Modelo de gestión Igualitario-participativo donde se busca trabajar en conjunto, las políticas públicas articuladas con los diversos actores. Zurita et al. (2017); Blutman (2011).

Modelo de Gestión Por Competencia

Es un modelo adoptado por organizaciones para la adecuada gestión del recurso humano, tiene como objeto la selección y desarrollo del talento humano, por medio de la identificación de las capacidades y resultados requeridos para el desempeño competente en el puesto de trabajo. A nivel Empresarial es una herramienta para lograr sus métodos y procedimientos en la gestión del recurso humano. Es necesario considerar que la persona sea competente en lo cognitivo y en lo emocional. "la gestión por competencias. Este tema, por su vinculación directa con las capacidades del personal que trabaja en la organización -ya sea formadas *a priori* o adquiridas durante el desempeño- ha trascendido a este ámbito individual para convertirse en una definición que se aplica a la organización como ente vivo. Autores: Señas (2008); Hoyos y Serrano Rosado(2011);Tejada Zabaleta (2003), Lee y Wu (2005); Molina et al. (2006); Zamir Ospina et al. (2011).

Modelo de Gestión del Conocimiento

Existen modelos teóricos y empíricos que permiten evaluar la gestión del conocimiento, y de esta manera entender y explicar la función de este concepto desde diversos puntos de vista y en diferentes contextos específicos. Estos modelos incluyen etapas de almacenamiento, transferencia y transformación del conocimiento; poseen mecanismos dinámicos con relación al conocimiento tácito y explícito. Debe haber un compromiso del equipo directivo para que desarrolle aprendizaje en personas, equipos y organizaciones. Entre los modelos más reconocidos se encuentran: El modelo de la espiral del conocimiento; el modelo de incremento de capacidad de aprendizaje en las organizaciones; modelo integral de administración del conocimiento. La aparición y creciente importancia del conocimiento hace que el desarrollo de tecnologías, metodologías y estrategias se convierta en una de las principales prioridades de las organizaciones. Autores: Hedlund y Nonaka (1993); Wiig (1993); Nonaka y Takeuchi (1995); Arthur Andersen (1998); Zack (1999); Altieri y Nicholls (2000); Soto Balbón y Barrios (2006); Gómez (2006); Salazar y Zarandona (2007); Saenz Muñoz (2008); Bernal (2011); Lopera Londoño (2013); Simanca et al. (2016).

ANEXO 2.1

Constituye una propuesta para el registro de actores dispuestos a cooperar

Denominación de la institución que representa	Tipo de actor (Marque con x)				Responsable (profesión, nombre y apellido)	Contacto personal o institucional (Whatsapp-email)
	Estado	Academia	Empresa	Organización Local		
Facultad de Ingeniería		x			Ing. Romina Niezwida	3755-416022 sonia.niezwida@fio.unam.edu.ar

ANEXO 2.2

Instrumentos legales para cooperación de actores: con respectivas ventajas y desventajas en las formas de asociación

Forma de Asociación	Ventaja	Desventajas	Convenio/Contrato Legal
Unión Transitoria de Empresas (UTE)	Colaboración temporal entre Empresas para proyectos específicos, mejorando recursos. Finaliza una vez terminada la actividad para la cual se ha constituido.	- Limitada a proyectos temporales, lo que puede afectar la continuidad de la colaboración. - Requiere formalizar contratos específicos para cada proyecto, generando complejidades burocráticas y costos adicionales.	Contrato de UTE
Asociación de Colaboración Empresaria (ACE)	- Facilitar la colaboración entre Empresas en actividades comerciales, fomentando sinergias y crecimiento conjunto. Permite compartir recursos y riesgos. Se disuelve la ACE según disposiciones contractuales.	- Requiere un acuerdo formal y bien definido entre las partes, lo que puede ser un proceso complejo que requiere asesoramiento legal. Las empresas deben mantener su independencia legal y financiera, limitando la integración profunda.	Contrato de ACE
Consortio	Utilización en proyectos de interés público o privado, ampliando su aplicabilidad en diversas áreas. Facilitar la colaboración y fomentando el bien común de los integrantes. El contrato debe especificar las condiciones de dilución del consorcio.	- Requiere planificación y gestión adecuada para evitar conflictos entre los participantes, lo que puede necesitar asignación de recursos adicionales. La formación de consorcios puede ser compleja debido a diferencias de intereses y la necesidad de consensos entre las partes involucradas.	Contrato de Consorcio
Cooperativa	Basadas en principios de cooperación y beneficio mutuo, fomentando la solidaridad y la responsabilidad compartida entre los miembros. Otorgan a los miembros una voz activa en la toma de decisiones. Se puede disolver en común acuerdo en la asamblea de los socios.	- Requieren gestión democrática, que puede ser compleja y requerir tiempo adicional para la toma de decisiones.	Estatutos y Contrato de Cooperativa

Forma de Asociación	Ventaja	Desventajas	Convenio/Contrato Legal
Convenio	<p>Facilidad de confección- Seguridad jurídica y claridad sobre los compromisos.</p> <p>-Fomenta la cooperación entre partes.</p> <p>-Ayuda a prevenir conflictos y malentendidos.</p> <p>-Se puede establecer/fijar el plazo de fin o causa de extinción.</p>	<p>-Si no está bien equilibrado, puede favorecer a una parte más que a otra. -Puede limitar la flexibilidad operativa ante cambios imprevistos.</p>	Documento firmado por todas las partes

Elaborado según lo establecido por el Código Civil y Comercial (CCyC) de la Nación Argentina vigente desde el año 2015.

ANEXO 2.3

Plan de comunicación y sus elementos básicos

¿Para?	¿A quién?	Canal de comunicación	Frecuencia	Responsable/s
Garantizar la comunicación interna del GT	Miembros del GT (municipios, Academia, Empresas, organizaciones locales)	Grupo de WhatsApp, correo electrónico, mesas o reuniones presenciales y virtuales	Semanal	Integrantes del GT
Informar avances y decisiones del GT	Actores clave (Estado, Empresas, ONG, Academia)	Informes internos, actas de reunión compartidas en Drive	Trimestral	Responsable del GT
Difundir información sobre la gestión de residuos a la comunidad	Ciudadanos y organizaciones locales	Redes sociales, sitio web municipal, boletines impresos y digitales	Mensual	Actores participantes de la red
Fomentar la participación de nuevos actores	Empresas, instituciones educativas, asociaciones civiles	Convocatorias abiertas por redes sociales, email y prensa local	Cada 15 días	Responsable ó suplente del GT

Elaborado a partir de Uranga et al. (2020).

ANEXO 2.4

Condiciones que debe reunir el municipio/micro-región a caracterizar RSD según la norma IRAM 29.523:2018

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	S Í	N O
Infraestructura edilicia	Un playón pavimentado para descarga de los residuos del camión recolector (las dimensiones serán determinadas en base a los Kg máximos recolectados y medidas del camión recolector)		
Maquinaria y equipos	Pala mecánica (retroexcavadora)		
	Camión recolector		
	Camión volcador		
	Pala frontal, rastrillos, escobas y mesa para la clasificación de los residuos		
	Balanza mecánica o electrónica con lectura mínima de 0.001 kg y capacidad máxima de 30 kg		
	Balanza electrónica con una lectura mínima de 0.01 kg y capacidad mínima de 100 kg		
	Contenedores de plástico y metal		
	Bolsas plásticas y contenedores		
	Imán para detectar metales		
Elementos de protección personal (EPP) y otros recursos	Botiquín de primeros auxilios		
	Guantes, máscaras, cascos, protectores oculares, calzado de seguridad e indumentaria de protección		
	Al menos 10 personas capacitadas para la clasificación de residuos según su tipo		

Elaboración propia según requerimientos necesarios para caracterizar residuos explícitos en IRAM 29.523:2018.

GUÍA 1

IRAM 29.523:2018 establece pasos, requisitos y fórmulas para caracterizar los residuos. A continuación, se presenta un esquema sintético de pasos a seguir. Para su aplicación se recomienda revisar exhaustivamente la norma.



ANEXO 2.5

Guía elaborada para municipios que no cuentan con recursos para aplicar IRAM 29.523:2018

La presente guía está elaborada a partir de Sakurai (1982); Castro (2020); La Organización Panamericana de la Salud: OPS/CEPIS/04/IT-634 para caracterizar los residuos en poblados que no logran reunir condiciones para aplicar la Norma IRAM 29.523:2018. Además del trabajo en campo realizado en un municipio periférico de Misiones y encuestas a municipios de la provincia en 2025 (Lima, 2024; Zubzcuk, 2024, Santacruz et al., 2025) Factor clave de la guía: estratificar la micro-región según la zona, tomar muestras en los domicilios en función a densidad poblacional de cada zona barrio o municipio a caracterizar.

Etapla 1: Determinación del tiempo de aplicación y alcance

En función del tiempo para determinar la composición de los residuos del municipio, se debe determinar el alcance del estudio según:

- 1) El objetivo de la caracterización de los residuos sólidos municipales;
- 2) La preexistencia de estudios de caracterización de RSU;
- 3) La variación estacional en la producción de los residuos;
- 4) La disponibilidad de personal y recursos financieros para ejecución del estudio;
- 5) Número de los inmuebles (domiciliarios y los no domiciliarios);
- 6) El plano catastral;
- 7) Listado de unidades económicas por clasificación y subclasificación (eco puntos, puntos limpios, espacios verdes)
- 8) El número de habitantes total y por estrato (zona/barrio según el plano catastral);
- 9) La tasa de crecimiento o decrecimiento de la población, rango etario, condiciones de vida;
- 10) Otros que requiera el municipio o actores clave intervinientes.

Etapla 2: Diseño de la propuesta de recolección de muestras

En el diseño de la propuesta/estudio se hace referencia al número de muestras a tomar, y cuáles van a ser los puntos de muestreo.

Confeccionar el análisis AHP (puntuando Aspecto: "A " social, económico y ambiental) para determinar la cantidad de muestras a tomar en cada zona ó barrio. Pero, antes, es necesario determinar el Total de Muestras, ellas pueden ser determinadas estadísticamente mediante la metodología adoptada para los informes de EC del equipo de investigación, tal como menciona Gales, (2025) donde se realiza la estratificación por racimos:

$$Q \text{ (cantidad de zonas)} = nr * Wr$$

Notación por racimo r:

- **Nr:** número de zonas determinadas para el estudio (población total del racimo)
- **nr:** número de barrios/subzona de la muestra en el racimo
- **Wr= Nr/N:** peso poblacional del racimo, siendo N la población del municipio/micro-región

Cálculo del error muestral

Las muestras deben ser representativas. Ello se cumple cuando el error muestral E es menor al 25%, resultado de la suma de errores por cada estrato (SEtotal). En caso de no cumplirse, se deberá iterar hasta obtener el error menor al admisible (ASTM D5231-92: 2015).

Ecuaciones y definiciones empleadas en el cálculo del error muestral total (E) y error estándar por zona (SEtotal):

- $E = Z \times SEtotal$

Con un nivel de confianza del 95 % (Z = 1,96) ph = 0,5 (proporción esperada de un atributo en la población, se usa este valor cuando se desconoce la proporción, ya que esa proporción maximiza la varianza y con ello aumenta la cantidad de muestras:

- $SEz = \sqrt{[(ph \times (1 - ph)) / nr]} \times \sqrt{[(Nr - n) / (Nr - 1)]}$

- $SEtotal = \sqrt{\sum z(Wr^2 \times SEz^2)}$

A su vez y para determinar cantidad de muestras (bolsas de residuos) a recolectar durante los días de estudio en cada zona/barrio, se presenta la siguiente tabla que guía la aplicación del AHP teniendo en cuenta aspectos (A).

Zona/ Barrio	A. Social (0.40)	A. Económico (0.30)	A. Ambiental (0.30)	Puntaje ponderado (Pp)	Proporción normalizada (Pn)	Muestras asignadas
r	X1	X2	X3	(Social×X1) + (Económico×X2) + (Ambiental×X3)	Pp / $\sum_n X$	Pn × Total de muestras
Ejemplo A	8	6	7	(Social×0,40) + (Económico×0,30) + (Ambiental×0,30) = 7,1	Pp / Suma total de Pp=0,2	Pn × Total de muestras=11
B	...					

¡Error! Vínculo no válido.

Según la distribución de muestras por zona/barrio, se seleccionará el número correspondiente de viviendas en cada área (muestras asignadas) y se recogerán las bolsas de residuos de cada hogar durante los días establecidos de recolección y/o se extraerán la cantidad de bolsas del camión recolector según el valor de "muestras asignadas".

Etapas 3: Clasificación y evaluación de la composición de los residuos

En esta etapa se toman las muestras, se clasifican por tipo de residuo como la tabla propuesta confeccionada en base a la norma internacional ASTM D5231-92(2015) (ver clasificación por tipo de residuo según IRAM 29.523:2018) y se documenta kg de cada tipo de residuo hallado por cada día. Se sugiere que el estudio se realice al menos durante una semana (Sakurai, 1994). Por ejemplo:

Recorrido en la zona/barrio/racimo		r
Muestras asignadas		Pn x Total de muestras
Población atendida		Wr
Peso Neto de la carga (camión)		detalle de cantidad en t
Condición climática (T y Humedad)		T: DATO ° Hu: DATO %
Fecha		d/mes/año
Observación		Estado de Descomposición media - baja - alta
COMPONENTES	SUBCOMPONENTES (X)	Dia n (peso en g)
Papeles y cartones	Diarios y Revistas	
	Oficina	
	Mezclado	
	Cartón	
	Envases de tetrabrik	
	Papel	
Plásticos	PET	
	PEAD	
	PVC, PEBD, PP, PS	
	Otros	
Vidrio	Vidrio Verde	
	Vidrio Ámbar	
	Vidrio Blanco	
	Vidrio Plano	
Metales ferrosos		
Metales no ferrosos	Latas de aluminio	
	Aluminio (films)	
	Otros (Cu, Pb, Sn y Bronce)	
Materiales textiles		
Madera		
Goma, cuero, corcho		
Pañales descartables y apósitos		
Residuos de poda y jardinería		
Residuos peligrosos / patógenos		
Materiales de demolición y construcción		
Medicamentos		
Desechos alimenticios		
Aerosoles		
Pilas		
Material electrónico		
Otros		
Misceláneos menores a 2,54 cm		
TOTAL		
	Total de bolsas	
	Densidad volumétrica	

La tabla elaborada ha sido utilizada y adaptada para anotaciones de parámetros diarios y peso por residuo en cada día del estudio, para caracterizar cuantitativamente RSD en un municipio de Misiones, Argentina.

A partir de los datos reunidos en peso se podrá determinar la composición de los residuos mediante (1):

$$\text{COMPOSICIÓN \% del residuo X: } \frac{\text{Peso del residuo X}}{\text{Peso total de todos los RSD}} \quad (1)$$

ANEXO 2.6

Métodos cualitativos factibles de ser utilizados para diagnosticar municipios y micro-regiones

Método	Descripción	Ventajas	Desventajas	Ejemplo en estudios de residuos	Bibliografía sugerida
FODA Y análisis CAME	Analiza las Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas de una región. CAME: Corregir Debilidades Afrontar Amenazas Mantener Fortalezas Explotar Oportunidades	Visual, fácil de aplicar y útil para la planificación estratégica.	Puede ser subjetivo si no se sustenta en datos sólidos.	Evaluación de capacidades institucionales para la gestión de residuos sólidos urbanos en municipios pequeños.	Medina, M. (2008). The informal recycling sector in developing countries. Nogueira et al., (2024). Swot matrix and CAME analysis, Management Control tools: application case.
KETSO	Se utiliza en talleres donde los participantes escriben ideas en hojas de colores que se colocan sobre una plantilla estructurada	Fomenta la participación de todos. Visual y fácil de entender. Estimula la creatividad grupal.	Requiere un facilitador capacitado. Puede ser costoso. Poco práctico con grupos muy grandes.	Aplicación para determinar problemas con residuos en San Paulo mediante adaptación en la plataforma MIRO.	Da Silva Alcântara Fratta (2022); Tippett et al. (2007); Melo, D. A. (2019), Melo, D. A. (2019), Wengel et al. (2019); Ceballos-Lopez, Saiz-Linares (2021).
PESTEL	Examina factores Políticos, Económicos, Sociales, Tecnológicos, Ecológicos y Legales.	Permite comprender el entorno macro que influye en una región o proyecto.	Puede volverse muy amplio si no se delimitan bien los factores.	Diagnóstico del contexto nacional para implementar políticas de residuos sólidos urbanos.	Wilson, D. C. et al. (2012). Comparative analysis of solid waste management in cities around the world.
Método focal (grupos focales)	Discusión grupal guiada sobre un tema específico con participantes clave.	Recoge múltiples perspectivas en poco tiempo y estimula ideas innovadoras.	Riesgo de sesgo grupal o predominio de voces dominantes.	Percepciones de recicladores urbanos sobre políticas de inclusión (la comunidad como cuarta hélice alza su voz al aplicar este método)	Gutberlet, J. (2015). Cooperative urban mining in Brazil: Collective practices in selective waste collection and recycling.

Método	Descripción	Ventajas	Desventajas	Ejemplo en estudios de residuos	Bibliografía sugerida
Entrevistas en profundidad	Conversaciones individuales para conocer percepciones, experiencias y contextos locales.	Aporta riqueza de información cualitativa y comprensión profunda.	Requiere tiempo y habilidades analíticas para su procesamiento.	Entrevistas a funcionarios municipales y recicladores sobre barreras para la gestión integral.	Wilson, D. C., Velis, C., & Cheeseman, C. (2006). Role of informal sector recycling in waste management in
Observación participante	El investigador se involucra en la vida cotidiana de la comunidad.	Permite captar comportamientos reales, más allá de lo que se declara.	Exige una inversión prolongada de tiempo y puede implicar sesgos interpretativos.	Estudio etnográfico de prácticas cotidianas de separación y reciclaje en barrios populares.	Zapata Campos, M. J. & Zapata, P. (2013). Infiltrating the city: Co-production of waste management.
Análisis de documentos	Revisión de informes, planes, noticias, redes sociales y otros documentos relevantes.	Proporciona acceso a información histórica y estructurada.	Puede carecer de la perspectiva actual o vivencial de los actores locales.	Revisión de planes GIRSU provinciales y normativas locales.	Ferronato, N., & Torretta, V. (2019). Waste mismanagement in developing countries: A review of global issues.
Mapeo de actores	Identifica a los actores clave y las relaciones que mantienen entre ellos.	Es útil para planificar articulaciones, alianzas y procesos participativos.	Puede resultar complejo si existen numerosos actores o relaciones informales.	Identificación de actores relevantes en la cadena de gestión de residuos reciclables.	Schamber, H. M., & Sosa, M. (2021). Mapping actors in the circular economy: Waste management networks in Latin America.

ANEXO 2.7

Preguntas guía para sesiones del Método Focal⁵⁵ (MF)

Según Greenbaum 1998, Stewart et al. (2007), Munaretto et al. (2013) y Esperidião (org.) para aplicar el método se sugiere que (i) cada grupo deberá estar compuesto por un número pequeño de personas (entre cinco y doce) para fomentar la interacción entre los miembros; (ii) cada sesión durará de una a dos horas; (iii) la conversación se centrará en unos pocos temas (un máximo de cinco temas); (iv) el moderador tiene una agenda en la que se describen los principales temas que se abordarán; los temas generalmente no son muy completos, por lo que la discusión sobre ellos se vuelve más profunda; (v) puede haber la presencia de un observador externo, que no habla, para capturar las reacciones de los participantes; (vi) los grupos focales no son útiles para inferencias precisas sobre toda la población; (vii) utiliza preguntas y respuestas no estructuradas, y puede contribuir presentando nuevas ideas sobre el tema que se investiga; (viii) debe capturar información y no revelarla.

Aspectos	Preguntas
Social	<p>¿Cómo perciben el cumplimiento de los objetivos tecnológicos en la gestión de residuos establecidos por el municipio los residentes de la micro-región?</p> <p>¿Qué desafíos han enfrentado los residentes al intentar alcanzar estos objetivos?</p> <p>¿Pueden compartir experiencias positivas relacionadas con la implementación de tecnologías de gestión de residuos en sus hogares o en su comunidad?</p> <p>¿Qué factores han contribuido al éxito en la adopción de nuevas prácticas de gestión de residuos?</p> <p>¿Cómo afecta la gestión de residuos a la calidad de vida de los residentes en su barrio, municipio y región?</p> <p>¿Qué papel juegan las campañas de sensibilización y educación en la mejora de la gestión de residuos?</p> <p>¿Cómo describirían y calificarían la colaboración entre los residentes y las autoridades municipales en la gestión de residuos?</p> <p>¿Qué nivel de participación comunitaria existe en las iniciativas de gestión de residuos?</p>
Ambiental	<p>¿Cómo perciben el impacto ambiental según los métodos actuales de gestión de residuos en su comunidad?</p> <p>¿Qué prácticas han sido adoptadas para reducir el impacto ambiental y el volumen de los residuos domiciliarios?</p> <p>¿Qué tipo de residuos consideran más problemáticos desde una perspectiva ambiental?</p> <p>¿Cómo afectan los residuos mal gestionados al entorno natural de la comunidad en la que vive?</p> <p>¿Qué medidas creen necesarias para minimizar el impacto ambiental de los residuos en su comunidad?</p> <p>¿Qué nivel de conciencia ambiental (alto, medio, bajo) tienen los residentes respecto a la gestión de residuos?</p> <p>¿Cómo podrían contribuir las prácticas de gestión a la sostenibilidad ambiental en la comunidad?</p> <p>¿Qué iniciativas locales existen para promover una gestión ambientalmente responsable de los residuos?</p> <p>¿Cómo evalúan el efecto de los residuos en la salud pública y el bienestar de los residentes?</p> <p>¿Qué acciones creen que podrían mejorar la gestión ambiental de los residuos?</p> <p>¿Qué enfermedades cree que derivan de la incorrecta gestión de residuos?</p>

⁵⁵ El método fue elaborado por Robert Mert en la década de 1940 en el contexto de la segunda guerra mundial.

Aspectos	Preguntas
Económico	<p>¿Qué tan efectivos consideran los residentes los métodos actuales de transferencia tecnológica en la gestión de residuos?</p> <p>¿Qué sugerencias tienen los residentes para mejorar la accesibilidad y utilidad de estos métodos?</p> <p>¿Cuáles son los costos asociados con la implementación de nuevas tecnologías de gestión de residuos en sus hogares?</p> <p>¿Qué impacto económico tiene la gestión de residuos en los presupuestos familiares?</p> <p>¿Cómo podrían mejorar la participación en programas de gestión de residuos, que incentivos?</p> <p>¿Qué recursos económicos consideran necesarios para mejorar la infraestructura de gestión de residuos municipal?</p> <p>¿Cómo afectan las políticas económicas locales a la gestión de residuos en su comunidad?</p> <p>¿Qué oportunidades económicas pueden surgir a partir de la gestión adecuada de residuos?</p> <p>¿Cómo influye el reciclaje y la reutilización en la economía local?</p>
Financiero	<p>¿Qué barreras financieras han enfrentado los residentes al implementar tecnologías de gestión de residuos?</p> <p>¿Qué estrategias podrían ayudar a superar las barreras financieras en la gestión de residuos?</p> <p>¿Cómo afectan los costos de gestión de residuos al presupuesto municipal y familiar?</p> <p>¿Qué fuentes de financiamiento podrían ser útiles para mejorar la gestión de residuos?</p> <p>¿Cómo perciben los residentes el retorno de inversión en tecnologías de gestión de residuos?</p> <p>¿Qué incentivos financieros consideran necesarios para fomentar la participación en programas de reciclaje?</p> <p>¿Qué impacto tiene la gestión de residuos en los costos de vida de los residentes?</p> <p>¿Qué apoyo financiero creen necesario por parte del Estado para mejorar la gestión de residuos?</p> <p>¿Cómo pueden las alianzas público-privadas contribuir a la financiación de la gestión de residuos?</p> <p>¿Qué estrategias podrían implementarse para reducir los costos de gestión de residuos en la comunidad?</p>

ANEXO 2.8

Índice de Capacidad Organizacional (ICO)

Este indicador, su escala y composición ha sido elaborado base a las investigaciones de Berrón Ferrer, (2002); ENGIRSU, (2005); Berent & Vedoya, (2006); Cornieri, (2011); Da Silva Alcântara Fratta et al., (2019); Cetrulo, (2019); Boggiano Burga, (2021); Villanueva, (2022); Paredes Rodríguez, (2023).

El responsable de calcular el ICO, deberá seleccionar la opción correspondiente en base a las actividades concretadas durante la ejecución del plan. Las actividades que se detallan en la tabla que sigue, están relacionadas directamente con lo el propósito del instrumental metodológico. Las actividades detalladas guiarán hacia la concreción de los objetivos.

Para calcular el ICO, se deberá sumar todos los puntajes seleccionados por cada factor según haya *favorecido* o no al factor, tal consecución de la actividad. A su vez, sumar los factores y dividir por la cantidad de factores involucrados. La herramienta presentada, propone representar factores y correspondiente actividad, mediante un gráfico para visualización de los valores de cada factor implicado en la actividad.

Recursos Humanos (RH), Recursos Financieros (RF), Infraestructura y Equipamiento (IE), Capacidad de Gestión (CG), Colaboración y Redes (CR), Capacidad de Innovación (CI), Capacidad Circular (CC), Conducta sostenible (CS), Reducción de CO₂ (RCO₂) y Otro/s factor/es según el caso, representados por el coeficiente ξ

Factor Actividad	Recurso humano (RH)	Recurso Financiero (RF)	Infraestructura y equipamiento (IE)	Capacidad de Gestión (CG)	Colaboración y redes (CR)	Capacidad de Innovación (CI)	Capacidad Circular (CC)	Conducta Sostenible (CS)	Reducción de la huella de carbono (RCO ₂)	Otro (ξ)	Gráfico por actividad puntuada
Campaña de reciclaje											
Eficiencia de eco-puntos											
Participación comunitaria											
Fuentes de financiamiento											
Instalaciones para reciclaje, tratamiento y disposición final											
Alianzas											
Capacitaciones											
Promoción y recompensas											
Otras actividades											
Desarrollo de competencias de integrantes del GT											
Desarrollo de nuevos indicadores y factores											
Gestión de riesgos											
Puntuación promedio por cada factor	*										
Manifiesta debilidad por factor											

Cada actividad, se deberá por factor se propone ponderar según:

Nivel alcanzado	Puntaje	Relación actividad/factor
Bajo	1	DESFAVORABLE
Medio	2	FAVORABLE
Alto	3	MUY FAVORABLE

Donde cada factor* (x) es resultado de su promedio individual según (2),

$$Rx: \frac{\sum_1^n Rx}{n} \quad (2)$$

Por ejemplo: $RH: \frac{\sum_1^n RH}{n}$

Por ejemplo: Actividad- puntuación-gráfica

Factor	RH	RF	IE	CG	CR	CI	CC	CS	RCO ₂	Gráfico
Actividad Campaña de reciclaje	1	3	2	2	1	3	2	1		

En caso necesario, se podrá optar por modificar los factores que se consideren necesarios. Para ello, se tendrá en cuenta la siguiente guía, cuyos elementos sirven para su elaboración.

Indicador	Objetivo	Fórmula de Cálculo	Unidad de Medida	Frecuencia de Medición	Responsable	Meta	Fuente de Datos	Otro
Nombre del Indicador (Ej: Productividad del equipo)	Explica el propósito del indicador (Ej: Medir la eficiencia en la producción diaria del equipo)	Especifica cómo se calculará (Ej: Unidades producidas /horas trabajadas)	Define la unidad (Ej: unidades/ hora)	Indica cada cuánto se medirá (Ej: Semanal)	Persona o equipo encargado de medirlo (Ej: Supervisor de producción)	Meta o resultado o deseado (Ej: 95%)	De dónde se extraerán los datos (Ej: Reporte de producción diario)	Información adicional o detalles relevantes (Ej: Observaciones, comentarios, factores externos, etc.)

Elaborado en base a Kaplan & Nort (1996), Parmenter, (2015) y Monge García (2025).

Cuando el ICO arroje un valor cuya capacidad no sea muy alta (teniendo en cuenta Valor 1: Muy baja capacidad, Valor 2: Baja capacidad, Valor 3: Capacidad moderada, Valor 4: Alta capacidad, Valor 5: Muy alta capacidad), se deberá revisar el factor* implicado y con ello evidenciar la necesidad de actividades y/o adicionar otras acciones, como las propuestas en el ANEXO 2.13.

ANEXO 2.9

Guía propuesta para realizar el informe de diagnóstico de los RSD

El informe a modo de resumen podrá contar con un índice en base al ICO presentado, resultados y conclusiones de las actividades llevadas a cabo con el fin de determinar los residuos que ocasionan la mayoría de los problemas. Se recomienda seguir el desarrollo de acuerdo a los aspectos presentados en la siguiente tabla:

DESARROLLO	ASPECTOS A ABORDAR
Delimitación territorial y social	Definición geográfica que abarca el diagnóstico (micro-región, municipios, barrios)- Características demográficas y socioeconómicas básicas de los pobladores
Marco normativo e institucional	Revisión de leyes y normas vigentes- Identificación de actores y responsabilidades institucionales- Planes y programas existentes relacionados a gestión de RSD y economía circular
Caracterización cuantitativa de residuos	Estimación de generación total y per cápita (kg/hab/día)- Composición por tipo de residuo- Distribución por zonas o sectores y su respectiva generación
Identificación y priorización de residuos problemáticos	Criterios para priorizar (volumen, peligrosidad, costos, impacto ambiental/social)- Matrices de evaluación de impacto (Según aspectos social, económico y ambiental)- Identificación de residuos sin gestión adecuada - Se propone el diagrama de Pareto para determinar el 80/20 a través de una plantilla en el siguiente link: https://docs.google.com/spreadsheets/d/1ekeZeR-uM56E3DI7czVE40IEkNdh8dNL/edit?usp=sharing&oid=109976343415408201921&rt=pof=true&sd=true donde
Relevamiento cualitativo	Entrevistas a actores clave (funcionarios, recicladores, comunidad)- Grupos focales- Observación en terreno- Mapeo de actores y relaciones consolidadas existentes – Empresas recicladoras y emprendedores que fomentan la EC.
Análisis de infraestructura y logística	Estado y disponibilidad de recursos (vehículos, puntos limpios, estaciones de transferencia)- Frecuencia y cobertura de recolección- Procesos de tratamiento y disposición final – Población atendida en la recolección (%)
Integración y análisis de resultados	Cruce de datos cuantitativos y cualitativos- Identificación de barreras y oportunidades- Uso de herramientas analíticas (FODA, PESTEL) – Diagrama de barras
Elaboración de recomendaciones conclusiones y líneas de acción	Propuestas técnicas y organizativas específicas- Estrategias de educación y sensibilización- Propuestas de articulación institucional y social – acciones vigentes
Documentación y comunicación del diagnóstico	Presentación clara con tablas, gráficos y mapas- Registro de testimonios y evidencias visuales- Referencias y fuentes de información

Elaboración propia en base al trabajo de investigación realizado por el equipo, cuyos resultados han sido expuestos las prácticas profesionales supervisadas llevadas a cabo en municipios de Campo Viera y Oberá, de Misiones Argentina (Jansat, 2024; Kaczynski, 2024; Lima, 2024; Reich, 2024; Zubczuk, 2024).

ANEXO 2.10

Guía simplificada para el desarrollo de mesas de trabajo participativas

Las mesas de trabajo participativas o mesas de concertación, se pueden utilizar en contextos locales (López-Sánchez et al., 2018) donde los actores de distinta naturaleza se ponen de acuerdo para el alcance de objetivos comunes, a través de conversaciones en espacios de debate organizadas por roles de las administraciones locales (Flores Loriga, 2017). Para aplicar la técnica, es conveniente que se cuente con un moderador de la reunión. En la implementación del instrumental, participarán representantes de los actores locales, sin excluir a otros como personas de la comunidad, siempre que el actor participante del convenio lo requiera. Para ello, se propone 3 tipos de MTP:

- Expositiva de ideas: para el braistorming de iniciativas y priorización de acciones.
- Consenso: para la selección de representantes y/ o roles y toma de decisiones.
- Cierre de acciones: para cerrar planteamientos y acciones próximas y futuras.

Es requisito para que la reunión se lleve a cabo:

Contar con la cantidad mínima de miembros que se estableció en el convenio firmado por las partes.

La guía de actividades propuestas a desarrollar en las mesas de trabajo participativas se presenta a continuación:

- Presentación de orden del día de temas a tratar y objetivo a alcanzar
- Introducción al tema
- Votación online, de tipo cónclave o cantada

Siempre que sea posible, se sugiere utilizar alguna aplicación, para que la votación sea de tipo online mediado por entornos virtuales, tal como lo es la herramienta Mentimeter⁵⁶, dado que podrán participar personas tanto presencial como a través de una plataforma virtual en línea (también puede ser mediante WhatsApp, encuesta, consulta). En caso de no contar con aplicativo e internet, se sugiere optar por el voto cantado.

En caso que se pueda acceder a un aplicativo, se sugiere utilizar Mentimeter, para ello se ingresa a la app o página, se configura el rol a votar, por ejemplo, “representante” junto con las opciones ò alternativas (en este caso serían las personas que se postulan) y se pasa a socializar el código de “mentimeter” generado para esa ocasión, que es un conjunto de números y letras. Cada votante deberá ingresar al link de mentimeter, digitar el código y seleccionar la alternativa, emitiendo de esta manera su voto.

Una vez finalizada la votación, se ingresa a la aplicación y esta mostrará los resultados. Aquí ya se cuenta con la asignación de puntajes de votación correspondiente para cada alternativa y también puede ser visualizado gráficamente. Ver https://www.youtube.com/watch?v=50Oy_ISpyV0.

Mentimeter también puede ser reemplazado por otras aplicaciones como Slido, Vevox, Poll Everywhere.

Observaciones: en caso de empate en la selección de alguna de las alternativas, se realizará una nueva ronda de votaciones. En caso de no lograr desempate, se deberá convocar a una nueva reunión y por ende otra ronda de votación en la que se incluirán mayor cantidad de representantes y se llevará a cabo la ceremonia nuevamente.

⁵⁶ *Mentimeter: se trata de una aplicación o página en línea que requiere internet para su uso. Es utilizada para reunir opiniones y votos de personas sobre determinado tema.*

ANEXO 2.11

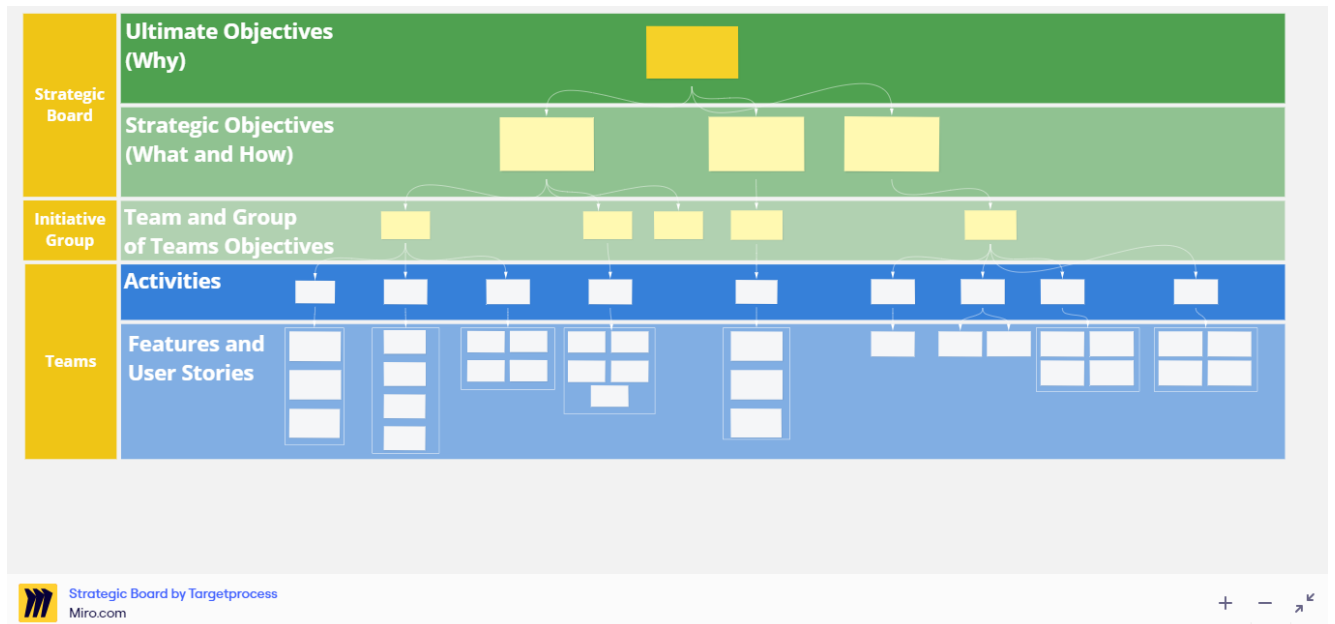
Matriz de planificación: un registro propuesto donde se exponen los elementos necesarios para ejecutar el proyecto

Matriz de planificación			
GT:	Período	Desde	Hasta
Propósito/ Objetivo general			
Misión			

Objetivo 1	Descripción	Confianza	% de Avance	Responsable/ Recurso	Meta	Actual	Pendiente
Resultado Clave 1.1							
Resultado Clave 1.2							
Iniciativa 1							
Iniciativa 2							
iniciativa 3							

Elaboración propia mediante Canales Mora (2024).

Planificación optativa mediante la plataforma Miro.com



ANEXO 2.12

Registro de tareas para seguimiento y control

El listado de tareas que se presenta a continuación de elaboración propia, ha sido confeccionado teniendo en cuenta un gráfico de progreso.

Listar las actividades con fechas, permite determinar si poseen carácter Muy urgente (High), Medio (Medium) o Bajo (Low).



ANEXO 2.13

Acciones para reforzar en los planes de acción, según el valor resultante del ICO

Valor ICO	Recursos Humanos (RH)	Recursos Financieros (RF)	Infraestructura y Equipamiento (IE)	Capacidad de Gestión (CG)	Colaboración y Redes (CR)	Capacidad de Innovación (CI)	Capacidad Circular (CC)	Conducta Sostenible (CS)	Reducción de CO2 (RCO2)
1. Muy Baja Capacidad	Identificar necesidades de formación básica en gestión de residuos y sostenibilidad.	Gestionar financiamiento a través de programas acordados al tema.	Realizar un inventario de necesidades mínimas.	Implementar capacitaciones sobre planificación y administración de residuos.	Establecer contacto con actores clave del sector público y privado.	Explorar modelos básicos de reciclaje y reducción de residuos.	Promover la separación en origen y campañas de concientización.	Difundir prácticas ambientales para hacerlas en casa.	Fomentar la minimización de residuos orgánicos a través del compostaje doméstico.
2. Baja Capacidad	Desarrollar programas de capacitación sobre gestión integral de residuos.	Diversificar fuentes de financiamiento mediante convenios y alianzas estratégicas.	Implementar infraestructura básica de recolección diferenciada.	Incorporar herramientas de monitoreo y control de actividades del GT.	Participar en redes de intercambio de conocimientos y experiencias.	Desarrollar proyectos piloto de valorización de residuos.	Iniciar programas de reciclaje con actores comunitarios.	Establecer códigos de conducta ambiental en instituciones locales.	Implementar estrategias de reducción de residuos de alto impacto ambiental.
3. Capacidad Moderada	Fomentar especialización en gestión de residuos y EC.	Mejorar la asignación de recursos financieros.	Mejorar la eficiencia de los sistemas de recolección y tratamiento.	Re- diseñar los indicadores de desempeño y herramientas de evaluación.	Fortalecer alianzas interinstitucionales y de cooperación internacional.	Promover la innovación tecnológica.	Medir cada R de la E.C que ha sido incorporada	Diseñar estrategias de sensibilización con enfoques participativos.	Calcular y evaluar la huella de carbono del sistema de gestión de residuos.
4. Alta Capacidad	Implementar programas de capacitación y de certificaciones.	Plantear convenios y alianzas estratégicas.	Ampliar la infraestructura de valorización de residuos.	Estandarizar los procesos hacia certificaciones de gestión.	Participar activamente en foros y redes provinciales.	Incentivar el desarrollo de soluciones innovadoras y sostenibles.	Fomentar la participación de Empresas privadas de gran envergadura en proyectos de EC.	Implementar campañas y políticas masivas en la micro-región.	Integrar estrategias de compensación de carbono en el plan de gestión de los RSD.
5. Muy Alta Capacidad	Posicionar al GT como referente en formación y asistencia técnica para otros grupos que desean aplicar GIRSDoMM.	Desarrollar estrategias de inversión para ampliar la capacidad orientada MN para el GT.	Consolidar un sistema integral de gestión de residuos con tecnologías adaptadas al entorno.	Generar modelos de gestión replicables y escalables a nivel regional, nutriendo a la matriz de fallas y efectos.	Liderar proyectos de cooperación interinstitucional, participar en redes nacionales.	Innovar sobre proyectos de EC que ya han funcionado.	Obtener incentivos económicos por las R y reutilizarlos para promover otras acciones.	Desarrollar reglas y normativas locales de sostenibilidad ambiental.	Implementar estrategias de carbono neutral en la gestión de residuos.

Elaborado a partir de Godoy et al. (2023) en función de las métricas para la GIRSU en el marco de la EC frente a los ODS a alcanzar para el año 2030.

ANEXO 2.14

Lineamientos de acción propuestos para la GiRSD en un municipio o micro-región

Los lineamientos fueron elaborados en base a Da Silva Alcântara Fratta, (2022) y constituyen una guía para elaborar los objetivos generales a abordar en la propuesta del instrumental metodológico **GiRSDoMM**.

Generación y composición

Revisión de la legislación nacional, provincial, ordenanzas municipales y políticas sobre EC.

Evaluación para Inversión en educación y concientización ambiental sobre necesidad de gestionar los residuos.

Divulgación de la problemática, a través de planes de comunicación con la comunidad.

Educación ambiental en las escuelas.

Consumo de productos reciclables, reutilizables y/o compostables.

Responsabilizar a grandes generadores (por ej. más de 15 kg por mes).

Recolección y clasificación

Hacia la Recolección diferenciada: planificación de horarios y responsables a cargo, así como recursos destinados a separar residuos.

Mejorar la separación de los residuos en la fuente de generación (domicilios particulares).

Subsidiar a recolectores urbanos asociándolos a la municipalidad a través de un arancel fijo más un variable por residuos recolectados. Mejorar las condiciones laborales de los recuperadores urbanos.

Huertas comunitarias en barrios para residuos orgánicos y de barrido.

Ecopuntos para plásticos, latas de aluminio, textil.

Puntos limpios para residuos de poda, RAEE, electrodoméstico fuera de uso y otros voluminosos.

Claridad en materiales que son reciclables y cuales no lo son.

Crear consejos y divulgar en el sitio GiRSDoMM.

Incentivar monetariamente a los ciudadanos que clasifican sus residuos y los llevan a ecopuntos.

Multar a los vecinos que depositan los orgánicos para recolección del camión.

Disponibilizar bolsas para clasificación de los residuos.

Modelar el negocio para prestar el servicio de recolección diferenciada al 100% del municipio.

Tratamiento

Incluir prácticas como las detalladas en la Tabla 1.4: Prácticas para activar flujos de EC para los RSD.

Incentivar el uso de residuos en las construcciones.

Disposición final

Minimizar recorridos de camiones desde municipio hasta las estaciones de transferencia de residuos.

Aumentar la tasa de reciclaje.

Modelos de negocio para residuos reciclables y menos basura.

Pago por parte del vecino, por kg de residuo recolectado por mes.

Los residuos pueden ser combustible para generar energía eléctrica, pero es necesario evaluar el ciclo de vida de las maquinarias y la tecnología utilizada para determinar si es positiva desde el punto de vista socio-económico y ambiental.

La pertinencia de la tecnología será en función de la escala: cantidad de municipios, colaboradores, residuos generados y poder calorífico.

Según Rani, Yadav & Mor; (2023) los municipios suelen pueden adoptar las siguientes prácticas para gestionar los RSD considerando que la mayor parte de la composición es material orgánico:

-Incineración: Alta reducción de volumen (70–80%), impacto ambiental alto, energía media.

-Gasificación: Reducción 80–90%, impacto medio, energía alta.

-Pirólisis: Reducción 84%, bajo impacto, energía alta.

-Digestión Anaerobia: Impacto positivo, energía baja, produce biogás y fertilizantes.

-Compostaje: Bajo impacto, residuos orgánicos, sin energía recuperada.

-Rellenos sanitarios: Alta práctica global, alto impacto, no recupera energía.

ANEXO 3.1

Lista de expertos pre-seleccionados

Las personas que se citan a continuación fueron catalogadas como expertos en el tema de tesis. Todas fueron preseleccionados, brindándole el test de autovaloración en el orden en el cual se presentan a continuación:

N°	Nombre/s, Apellido del Experto	Nivel máximo de estudios completos - profesión	Residencia actual (al momento de recibir el cuestionario)	Experiencia en			
				Academia	Estado	Organizaciones Locales	Empresa
1	César Sambiasi	Especialista	Misiones, Argentina	x	x	x	x
2	Fernando SantaCruz	Licenciado	Misiones, Argentina	x	x	x	
3	Iván Zubilevicz	Ingeniero	Curitiba, Brasil		x	x	x
4	Susana Llamas	Doctora	Mendoza, Argentina	x		x	x
5	Bárbara Villanueva	Doctora	Salta, Argentina	x	x	x	
6	Renata Quemel	Magister	Pará, Brasil	x	x	x	x
7	María Riera	Doctora	Manabi, Ecuador	x			x
8	Alejandra Esteban	Magister	Mar del Plata, Argentina	x		x	
9	Roxana Beck	Abogada	Misiones, Argentina	x	x		x
10	Nayvic Murillo	Magister	Salta, Argentina	x	x	x	x
11	Iván de la Vega	Doctor	Perú	x	x		x
12	Eugenio Cruz	Magister	Misiones, Argentina	x		x	
13	María Clara Zaccaro	Magister	Misiones, Argentina	x			x
14	Rubén Morel	Ingeniero	Misiones, Argentina	x			x
15	Luciana Levandowski	Especialista	Misiones, Argentina		x		x
16	Javier Duarte	Doctor	Misiones, Argentina	x	x		x
17	María de los Ángeles Puente	Magister	Misiones, Argentina	x		x	x
18	Laura Morales	Ingeniera	Misiones, Argentina		x		x
19	Oscar Cieplinski	Técnico	Misiones, Argentina		x	x	x
20	Walter Vuotto	Técnico	Misiones, Argentina		x	x	x
21	Andrea Berg	Ingeniera	Misiones, Argentina	x			x
21	Marcos Dublé	Licenciado	Misiones, Argentina	x	x	x	x
22	Florencia Rivas	Ingeniera	Misiones, Argentina	x	x		x
23	Nora García Bárbaro	Ingeniera	Misiones, Argentina	x		x	x
24	Marisa Fernández	Abogada	Misiones, Argentina	x			x

N°	Nombre/s, Apellido del Experto	Nivel máximo de estudios completos - profesión	Residencia actual (al momento de recibir el cuestionario)	Academia	Estado	Organizaciones locales	Empresa
25	Saúl Cohen	Magister	Misiones, Argentina	x			x
26	Clarisa Alejandrino	Doctora	Mendoza, Argentina	x		x	x
27	Santiago Frick	Bio Ingeniero	Misiones, Argentina	x	x	x	x
28	Lucas Vignolles	Ingeniero	Misiones, Argentina		x		x
29	Alex Castellanos	Técnico	Misiones, Argentina			x	
30	Herbert Castellanos	Médico Veterinario	Misiones, Argentina		x	x	x
31	Pablo Gómez	Ingeniero	Misiones, Argentina			x	x
32	Hugo Batista	Ingeniero	Misiones, Argentina	x			x
33	Marcelo Monge García	Magíster	Ecuador	x			x
34	Dahiana Villalba Obera	Técnica	Misiones, Argentina		x	x	
35	Laura Sorli	Doctora	Mendoza, Argentina	x		x	x
36	Patricio Torres	Magíster	Chile				
37	Mauro Benetti	Magíster	Alemania	x		x	x
38	Daniela Rietz	Diseñadora industrial	Alemania				
39	Julia Sosa	Arquitecta	Misiones, Argentina		x		x
40	Neyfe Sablón	Magister	Ecuador	x	x	x	x
41	Gustavo Monge Garcías	Doctor	Ecuador	x		x	x
42	Oscar Shmitke	Ingeniero	Misiones, Argentina		x	x	x
43	José Arriola	Técnico	Misiones, Argentina		x	x	x
44	Vanessa Hartwing	Doctora	Misiones, Argentina	x			x
45	Pascual Pedelhez	Ingeniero	Misiones, Argentina	x	x	x	x
46	Alvaro Corró	Ingeniero	Misiones, Argentina	x	x		x
47	Cesar Bernal	Ingeniero	Misiones, Argentina	x			x
48	Vanessa Zir	Ingeniera	Madrid, España	x			x
49	Nancy Ganz	Doctora	Misiones, Argentina	x			x
50	Marina Migueles	Especialista	Buenos Aires, Argentina	x		x	x
51	Cristian Ayala	Especialista	Misiones, Argentina	x			x
52	Sebastián Kolodziej	Magister	Misiones, Argentina	x		x	x

N°	Nombre/s, Apellido del Experto	Nivel máximo de estudios completos - profesión	Residencia actual (al momento de recibir el cuestionario)	Academia	Estado	Organizaciones locales	Empresa
53	Marcelo Rogazewski	Magister	Misiones, Argentina	x			x
54	Carolina Silva	Ingeniera	Misiones, Argentina	x			x
55	Milagros Ruizdiaz	Ingeniera	Misiones, Argentina	x			x
56	Fátima Shoninger	Ingeniera	Misiones, Argentina	x			x
57	Sonia Nuñez	Magister	San Luis, Argentina	x	x	x	x
58	Guillermo Solís	Técnico	Misiones, Argentina		x	x	x
59	Nicolás Kappler	Ingeniero	Zurich, Suiza			x	x
60	Cecilia Tannuri	Especialista	Misiones, Argentina	x		x	

Observación: En caso de replicar la metodología para la comprobación de un instrumental metodológico ex-ante, se puede incluir de manera obligatoria una sección de consentimiento informado previa al cuestionario de auto-valoración de expertos, asegurando la conformidad del participante con los términos de privacidad y uso de la información Conforme a la Ley de Protección de los Datos Personales (Ley N° 25.326) de Argentina.

ANEXO 3.2

Autoevaluación de expertos

Fuente: Elaboración propia a partir de Mesa Anoceto (2007), Michalus (2012); Mantulak (2014), Quezada Torres (2019) Y Yasinski (2022).

Estimado/a

Me complace anunciarle que Ud. ha sido seleccionado como **posible experto** para colaborar con la investigación correspondiente a la tesis doctoral de Ingeniería Industrial titulada **“MODELO ALTERNATIVO PARA LA GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS. FACTIBILIDAD DE APLICACIÓN EN MUNICIPIOS Y MICRO-REGIONES DE LA PROVINCIA DE MISIONES, ARGENTINA”**.

Para ello, se ha elaborado una serie de preguntas cuyo objetivo es valorar el grado de conocimiento y experiencia que usted posee en la temática abordada y así realizar la selección final de los expertos que participarán en la evaluación del proyecto.

Se agradece de antemano su colaboración para proporcionar las respuestas que se le solicita a continuación:

Datos generales

- ▶ Nombre/s y apellido/s:
- ▶ Lugar de residencia actual (ciudad, provincia, país):
- ▶ Grado de instrucción/estudios alcanzados (indicar nivel: primario, secundario, terciario, universitario, posgrado: maestría/doctorado): Finalizado SI / NO
- ▶ ¿Dónde obtuvo su máxima graduación? (Institución, ciudad, país)
- ▶ Años de experiencia laboral:
- ▶ Actividad/es en la que se desempeña actualmente:
 - a) Industria o Empresa privada
 - b) Actividad académica
 - c) Funcionario del Estado
 - d) Otra

2. Experiencia

▶ Actualmente: ¿En qué lugar/es trabaja y en qué cargo/s se desempeña? (Ej. Profesora e investigadora de la Facultad de Ingeniería de Oberá, Universidad Nacional de Misiones)

.....

▶ Hasta el momento, usted:

¿Ha recibido preparación en temas vinculados a gestión? SI / NO

¿Posee conocimientos sobre la gestión de procesos? SI / NO

¿Tiene experiencia de investigación o gestión de residuos? SI /NO

Tabla de influencia

Cuando usted respondió las preguntas anteriores, puede calificar: ¿cómo ha influido las siguientes fuentes respecto a lo que ha respondido?

Fuentes	Grado de influencia alto	Grado de influencia medio	Grado de influencia bajo
1 – Conocimiento del Estado actual de la problemática de la gestión de residuos en los municipios			
2 – Experiencia personal en el tema			
3- Participación en investigaciones y en actividades teóricas y experimentales			
4- Capacitaciones y cursos dictados por usted			
5- Conocimiento por medios de comunicación			
6- Conocimiento por literatura científica sobre el tema			
7- Intuición			
8- Otro			

¿Si en la tabla anterior ha marcado "otro"? Por favor especifique...

¡Muchas gracias por su colaboración!

ANEXO 3.3

Cuestionario para expertos ronda 1

La escala de valoración ha sido elegida por facilidad en la respuesta, claridad y al no tener punto medio facilita la rapidez y evita indecisiones. Se ha adoptado la escala de Likert sin contemplar el punto neutral (medio). Likert (1932, Castro et al., 2018).

MÉTODO DE EXPERTOS (VARIANTE DELPHI) 1° RONDA

Tema: "MODELO ALTERNATIVO PARA LA GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS. FACTIBILIDAD DE APLICACIÓN EN MUNICIPIOS Y MICRO-REGIONES DE LA PROVINCIA DE MISIONES, ARGENTINA".

De mi mayor consideración,

Me complace en informarle que usted ha sido seleccionado como experto para evaluar los resultados teóricos de esta investigación, por lo que se le solicita pueda valorar y ofrecer sus ideas y criterios sobre las bondades, deficiencias e insuficiencias que presenta el instrumental metodológico que se adjunta.

En base a las preguntas del formulario y e material adjunto para la lectura, se solicita que proceda a responder según la siguiente escala de valoración:

Escala	Descripción de la valoración
0	Totalmente en desacuerdo
1	Algo en desacuerdo
2	De acuerdo
3	Totalmente de acuerdo

En cada casilla del cuestionario (presentado debajo) marque con una opción y proceda a justificar en caso necesario. Si desea ampliar las respuestas, puede utilizar el espacio adicional. Las respuestas serán anónimas y no tendrá difusión de identidad según lo que responda y siguiera en cada caso.

Al finalizar el método, se le suministrará una constancia de su participación en esta investigación por parte de la FI UNaM.

Aclaración: El método puede necesitar más de 2 rondas de preguntas, dado que se busca el consenso en las respuestas en cada cuestionario. Agradecemos su colaboración y confidencialidad de la información adjunta que se le ha socializado.

Por cualquier consulta y recomendaciones que usted desee realizar, puede dirigir al e-mail: sonia.niezwida@fio.unam.edu.ar o tel. 3755-416022

Datos generales

Nombres/s y Apellido/s

Número de documento para acreditar identidad (necesario para la certificación)

Instrumental metodológico

Bases del instrumental (Para responder, usted deberá leer la página 1,2 y parte de la 3 del adjunto)

1. Las bases del modelo: ¿resultan adecuadas?

0	
1	
2	
3	

Si en la pregunta anterior Usted marcó la opción 1), 2) indique sus sugerencias.....

El modelo

Para responder éste bloque, usted debe leer desde la página 3 a la 19 del material adjunto. Se recomienda revisar los anexos (pág. 20,21,22)

- 2. ¿Respecto al modelo, en su estructura general simplificada, sus fases y etapas, podría catalogar como un instrumental bien concebido?

No estoy de acuerdo	Medianamente de acuerdo	Totalmente de acuerdo
---------------------	-------------------------	-----------------------

En caso de no estar totalmente de acuerdo, por favor describa brevemente que agregaría y/ó suprimiría.....

- 3. Valorar en qué medida usted considera que la concepción teórica del modelo y los procedimientos elaborados reflejan las bases que lo sustentan

0	
1	
2	
3	

Si usted ha marcado 0), 1) o 2) especifique el cambio, adición o supresión que haría.

.....

- 4. Valorar en qué medida los **actores propuestos para conformar la “Cuádruple hélice”** (Academia, Empresa, Estado, y Organizaciones locales) son adecuados para esta función y por ende el modelo desarrollado es aplicable a los municipios de la provincia de Misiones.

0	
1	
2	
3	

Si usted ha marcado 1), 2) o 3) especifique el cambio, adición o supresión que haría.

.....

- 5. Respecto a las herramientas que incorpora el modelo: ¿usted considera que son adecuadas para los gestores de residuos domiciliarios en los municipios?

0	
1	
2	
3	

Si usted ha marcado 1), 2) o 3) especifique el cambio, adición o supresión que haría

.....

- 6. Valorar si el modelo y cada procedimiento metodológico diseñado **resulta adecuado al objetivo de mejorar las condiciones de gestión en los municipios de la provincia de Misiones.**

0	
1	
2	
3	

Si usted ha marcado 0), 1), 2) especifique el cambio, adición o supresión que haría

.....

Valorar en qué medida considera que el **instrumental metodológico** contribuye al **desarrollo local sostenible de la microrregión en la que se aplique.**

0	
1	
2	
3	

Si usted ha marcado 1), 2) o 3) especifique el cambio, adición o supresión que haría

.....

7. ¿Considera Usted que la planificación estratégica es posible de ser aplicada en la gestión de los residuos domiciliarios en municipios pequeños (tal como se describe en el material adjunto, pág. 10,11,12)?

0	
1	
2	
3	

Si usted ha marcado 0), 1) o 2) especifique el cambio, adición o supresión que haría

.....

8. Según su conocimiento y/o experiencia, ¿Qué beneficios considera Usted que se tendrán si se aplicará el procedimiento general propuesto?

Aspecto	0	1	2	3
Posibilitar de aplicación de nuevas técnicas que incrementen el desempeño de la gestión de los residuos en los municipios				
Acceder a fuentes de financiamiento más convenientes a nivel provincial, nacional y hasta internacional				
Mejorar las transferencias de información				
Establecer relaciones de largo plazo entre los actores locales				
Disminuir la brecha de circularidad				
Mejorar el desempeño global de los actores locales en materia de gestión de residuos				
Fomentar la Inclusión continua de prácticas sostenibles				
Contribuir de forma directa al logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en una micro-región				

Por favor, detalle algún otro beneficio que usted considere que puede traer la aplicación del instrumental a la micro-región en la que se aplique

.....

Teniendo en cuenta lo que se presentó en el material adjunto y su experiencia: ¿puede emitir alguna sugerencia, opinión o recomendación sobre el instrumental metodológico? Por favor, detalle a continuación:

.....

¡Muchas gracias por su colaboración!

ANEXO 3.4

Resultados de la ronda 1

Expertos	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9a	P9b	P9c	P9d	P9e	P9f	P9g	P9h
E1	1	1	2	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3
E2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E3	3	3	3	2	2	3	3	2	0	1	0	0	0	0	0	0
E4	3	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
E5	2	1	3	3	3	2	3	3	2	3	2	3	0	2	3	3
E6	2	1	2	3	3	3	3	2	3	3	3	2	2	3	3	3
E7	2	1	2	2	2	2	3	1	2	2	2	2	3	3	3	0
E8	2	3	3	2	3	3	2	2	3	2	2	3	3	2	2	3
E9	2	2	3	3	3	3	3	3	2	3	3	2	2	3	3	3
E10	2	1	3	3	2	3	3	3	2	2	1	2	1	2	3	2
E11	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
E12	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
E13	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3
E14	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
E15	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3
E16	2	1	2	2	2	2	3	2	3	2	2	2	2	2	2	2
E17	2	2	3	3	2	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3
E18	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	2	3	3	3

La desviación típica (DT) por cada pregunta y el coeficiente de variación (CV) respectivamente de la ronda 1 se detalla en la siguiente tabla:

PARÁMETRO	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9a	P9b	P9c	P9d	P9e	P9f	P9g	P9h
DT R1	0,6	1	0,8	0,8	1	0,8	0,7	0,8	0,98	0,9	1,02	0,98	1,13	0,98	1	1,14
CV R1	0,3	0,5	0,3	0,3	0	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,45	0,41	0,54	0,4	0,4	0,48

¡Error! Vínculo no válido.

ANEXO 3.5

Cuestionario para expertos ronda 2

MÉTODO DE EXPERTOS (VARIANTE DELPHI) 2º RONDA

En esta oportunidad se muestran los principales resultados obtenidos en la primera ronda de consulta, teniendo en cuenta las respuestas de sus colegas y la suya. A continuación, se solicita leer atentamente cada una de las respuestas y con ello pueda re-evaluar qué tan de acuerdo está con las mismas. Recuerde tener en cuenta la siguiente escala de valoración.

Escala	Descripción
0	Totalmente en desacuerdo
1	Algo en desacuerdo
2	De acuerdo
3	Totalmente de acuerdo

En esta oportunidad le pedimos que en cada casilla del cuestionario marque una opción y proceda a justificar la respuesta en el espacio adicional. Las respuestas serán anónimas y no tendrá difusión de identidad. El documento adjunto que se le proporciona en esta oportunidad posee agregados en letra de otro color, *conforme a las recomendaciones emitidas por los expertos durante la primera ronda.*

Datos generales

Nombre/s y Apellido/s.....

Instrumental metodológico

*A partir de las sugerencias recibidas se ha formulado una propuesta para que el instrumental metodológico pueda ser aplicado adecuadamente. Para ello, es fundamental que se cumplan las siguientes **bases mínimas**:*

- **Compromiso real de los actores:** los actores deben unirse de manera voluntaria y firmar un acuerdo legal de tipo asociativo, donde se aseguren recursos financieros y operativos para la gestión, con el objetivo de lograr la cooperación y la sostenibilidad del/los planes/es.
- **Estabilidad institucional:** es una base necesaria para que el modelo funcione, ya que garantiza la continuidad de planes acordados, evitando que los cambios de personas en la gestión afecten a la implementación.
- **Orientación al desarrollo local sostenible:** se debe cumplir para asegurar que la gestión de los residuos sólidos domiciliarios se realice de manera inclusiva y equitativa, promoviendo la participación sin discriminación, impulsando las buenas prácticas para prosperidad de la micro-región. Para mayor detalle, lea las páginas 1 y 2 del documento adjunto proporcionado.

1. Usted: ¿considera que las bases mencionadas son adecuadas?

0	
1	
2	
3	

Si en la pregunta anterior usted marcó la opción 0) ,1), 2) indique sus sugerencias, de lo contrario coloque N/C.

El modelo

Respecto al modelo, en su estructura general sus fases y etapas, los consultados expresaron que la propuesta es positiva (94,4 %). Tomando las sugerencias se realizaron los siguientes aportes:

- **En la Fase 1: E1.1-Paso 1** Se incluye una capacitación y sensibilización inicial para actores, con el objetivo de mostrar la capacidad de aplicación del modelo de gestión y su adecuación a la legislación vigente. Asimismo, en el **Paso 3** se adiciona un plan de comunicación (ANEXO 2.3) para el GT.
- **En la Fase 2: Etapa 2.1-Paso 1** Se aclara que este estudio podrá ser realizado por el grupo de trabajo con o sin apoyo de consultores especializados en residuos, ya que dependerá directamente de los recursos disponibles.
- **En la Fase 2: Etapa 2.1-Paso 2.1** Se explica que los grupos focales serán conformados por integrantes de Estado, Academia, Organizaciones Locales y Empresas de manera mixta y equilibrada, teniendo en cuenta que la red ya se formalizó en la Fase 1.
- **En la Fase 2: Etapa 2.2** Se incluye la explicación para el parámetro "N", el cual representa la cantidad de mesas participativas, a realizarse para elaborar planes para los residuos más urgentes, donde N=0 indica que la planificación no ha iniciado, pero N aumentará progresivamente según la necesidad de ajustes y consenso, y de reuniones para acordar planes formulados por el G.T. Es necesario tener en cuenta que la planificación es de tipo casuística, ya que las micro-regiones tendrán capacidades diferentes según cada caso de planificación y ejecución.
- **En la Fase 2: Etapa 2.1-Paso 3.4** Se listaron acciones a abordar por el GT ante valores resultantes de calcular el ICO (ANEXO 2.13).

0	
1	
2	
3	

Si en la pregunta anterior usted marcó la opción 0) ,1), 2) indique sus sugerencias, de lo contrario coloque N/C.

2. Respecto a los ajustes mencionados, teniendo en cuenta el modelo en su estructura general sus fases y etapas, usted: ¿podría catalogarlo como un instrumental bien concebido? Por favor marque una opción.

0	
1	
2	
3	

En caso de que usted no eligió "totalmente de acuerdo", por favor describa brevemente que agregaría y/o suprimiría.

3. El 66,7 % de los encuestados manifestaron estar totalmente de acuerdo con la concepción teórica del modelo y los procedimientos elaborados. En función de las sugerencias se incluyó el ANEXO 2.13, para tomar acciones tras evaluar el ICO. Considera que lo mencionado ¿es suficiente para evaluar la capacidad organizacional de la red conformada?

0	
1	
2	
3	

Si en la pregunta anterior usted marcó la opción 0) ,1), 2) indique sus sugerencias, de lo contrario coloque N/C.

4. El 72,2 % de los encuestados manifestaron que están de acuerdo con que los actores propuestos para conformar la "Cuádruple hélice" (Academia: Empresas, Estado y Organizaciones Locales conformada por gremios, recuperadores urbanos,etc) son los adecuados para conformar el grupo de trabajo y contribuir al desarrollo sostenible en una micro-región. Respecto a la afirmación, ¿usted manifiesta estar de acuerdo?

0	
1	
2	
3	

Si en la pregunta anterior usted marcó la opción 0) ,1), 2) indique sus sugerencias, de lo contrario coloque N/C.

5. Respecto a las herramientas que incorpora el modelo: el 66,7 % considera que son totalmente adecuadas. En base a las sugerencias se adicionó un plan de comunicación para los actores (ANEXO 2.3) y se propone implementarlo de manera virtual. También se agregó un plan de acciones según valores del ICO (ANEXO 2.13) ¿usted considera que son adecuadas?

0	
1	
2	
3	

Si en la pregunta anterior usted marcó la opción 0) ,1), 2) indique sus sugerencias, de lo contrario coloque N/C.

6. En la primera ronda, la mayoría de los encuestados manifestaron que el procedimiento metodológico diseñado resulta adecuado al objetivo de mejorar las condiciones de gestión de los RSD en los municipios de la provincia de Misiones. Respecto a los ajustes realizados: ¿usted considera que son positivos?

0	
1	
2	
3	

Respecto al adjunto ¿puede realizar un comentario sobre los aspectos positivos del instrumental metodológico propuesto?

7. El 88,9 % de los encuestados manifestó estar de acuerdo con que el instrumental metodológico contribuye al desarrollo local sostenible de la micro-región en la que se aplique. Las adiciones sugeridas indican que el modelo puede aplicarse en una micro-región y luego unir a su vez con planes de otras micro-regiones constituyendo redes de cooperación más amplias. ¿Cuál es su postura frente a esta afirmación?

0	
1	
2	
3	

Si en la pregunta anterior usted marcó la opción 0) ,1), 2) indique sus sugerencias, de lo contrario coloque N/C.

8. El 55,6 % de los encuestados manifestó que la "planificación participativa" es posible de ser aplicada en la gestión de los residuos sólidos domiciliarios en municipios. En función a las sugerencias de los expertos, se decidió que en las mesas de trabajo puedan participar los habitantes de la micro-región en forma voluntaria con capacitación previa sobre el objetivo del instrumental metodológico.

Puede revisar las páginas 10,11,12 y 13 del adjunto.

¿Cuál es su postura frente a ello?

0	
1	
2	
3	

Si en la pregunta anterior usted marcó la opción 0) ,1), 2) indique sus sugerencias, de lo contrario coloque N/C.

9. Según su conocimiento y/o experiencia los encuestados sugirieron que los beneficios que se tendrán si se aplicará el procedimiento general propuesto son los que se detallan a continuación. Marque su postura en cada caso.

Aspecto	0	1	2	3
Posibilitar de aplicación de nuevas técnicas que incrementen el desempeño de la gestión de los residuos en los municipios				
Acceder a fuentes de financiamiento más convenientes a nivel provincial, nacional y hasta internacional				
Mejorar la transferencia de información técnica-tecnológica e innovaciones para la micro-región				
Establecer relaciones de largo plazo entre los actores locales				
Mejorar la calidad de vida de las comunidades				
Fomentar la EC en municipios pequeños				

Teniendo en cuenta lo que se presentó en el material adjunto de la primera ronda y los cambios planteados (en letra de otro color en el documento adjunto) en esta segunda ronda: ¿puede emitir alguna sugerencia, opinión o recomendación sobre el instrumental metodológico? por favor detalle a continuación.

.....

Muchas Gracias por responder.

ANEXO 3.6

Resultados de la ronda 2

Expertos	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9a	P9b	P9c	P9d	P9e	P9f
E1	2	2	3	2	3	3	3	2	3	2	3	3	3	3
E2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
E3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	2	3
E4	3	2	2	2	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3
E5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
E6	3	2	2	3	2	2	3	2	2	1	2	2	1	1
E7	2	2	2	3	2	2	3	2	3	3	3	3	3	3
E8	3	3	3	3	3	2	3	3	3	2	2	3	3	3
E9	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
E10	3	3	3	3	3	3	3	3	0	0	0	0	0	0
E11	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
E12	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3
E13	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
E14	3	2	3	2	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2
E15	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
E16	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
E17	3	2	2	2	3	2	2	3	3	2	3	3	3	3

La desviación típica (DT) y el coeficiente de variación (CV) para cada pregunta de la ronda 2, se detalla a continuación:

PARÁMETRO	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9a	P9b	P9c	P9d	P9e	P9f
DT R1	0,4	0,5	0,4	0,5	0	0,5	0,2	0,4	0,79	0,9	0,79	0,77	0,87	0,86
CV R1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3

ANEXO 3.7

Jornada por el día mundial del medio ambiente

Invitación al público en general mediante flyers:



Información documentada (fotografías del evento):



ANEXO 3.8

Información documentada de actividades llevadas a cabo en municipios de Misiones, Argentina y del ABC Paulista, Brasil.

En el siguiente link/qr podrá acceder a información documentada sobre algunas acciones, visitas y caracterización de llevados a cabo en marco de la investigación de la presente tesis doctoral.

https://drive.google.com/drive/folders/1_tnXPAhPM1SVHssAKLrzk9FFLW8oRnrL?usp=sharing

ANEXO 3.9

Guía de preguntas que han conducido a la obtención de información para concretar el AMFE

LINEAMIENTO	PREGUNTAS
<p>¿Qué residuo es más urgente de atender y por qué?</p> <p>Normativas y políticas</p> <p>Infraestructura y logística</p> <p>Tipos de residuos y recolección selectiva</p> <p>Tecnología y tratamiento</p> <p>Aspecto financiero</p> <p>Participación ciudadana</p> <p>Impacto ambiental</p> <p>Cobertura y atención</p> <p>Desafíos y propuestas futuras</p>	<p>¿Cuáles son las regulaciones municipales sobre la gestión de residuos?</p> <p>¿Existen programas de incentivo para la reducción y el reciclaje?</p> <p>¿Cómo se organiza la recolección de residuos en el municipio? ¿Cuáles son los principales desafíos en la gestión de los RSD?</p> <p>¿Qué tipos de residuos se generan en mayor cantidad (orgánicos, reciclables)?</p> <p>¿Se implementa una recolección diferenciada? ¿Qué porcentaje de residuos se separa correctamente? % circularidad? ¿a quién/nes lo venden, lo recaudado de la venta es destinado a...?</p> <p>¿Qué métodos tecnológicos se usan para el procesamiento y eliminación de residuos? ¿Existen iniciativas de innovación en el manejo de desechos?</p> <p>¿Cómo se financia el sistema de gestión de residuos? ¿Hay programas de subsidios o apoyo económico para Empresas y ciudadanos?</p> <p>¿Cómo se involucra a la comunidad en la gestión de residuos? ¿Se han implementado campañas educativas y qué resultados han tenido? ¿cuántas personas están trabajando actualmente en gestión de RSD en el municipio?</p> <p>¿Qué medidas han tomado para minimizar el impacto ambiental de los residuos? ¿Se realiza seguimiento de contaminación del agua, suelo y aire?</p> <p>¿Cuál es el porcentaje de la población atendida por el servicio de gestión de residuos? ¿Existen zonas sin cobertura o con problemas de acceso?</p> <p>¿Cuáles son los principales retos en la gestión de residuos? ¿Existen planes a futuro para mejorar el sistema y hacerlo más sostenible?</p> <p>Puede enumerar las 3 principales dificultades y problemáticas de los RSD en la micro-región.</p>

Elaborado en base al estudio sobre gestión de RSD en una micro-región de Brasil (Da Silva Alcântara Fratta, 2022) y las investigaciones del equipo de trabajo.

ANEXO 3.10

Información primaria reunida durante la investigación

Año 2023	Año 2024	Año 2025
Entrevistas a un intendente municipal y colaboradores de un municipio de menos de 10.000 habitantes en Misiones, Argentina.	Encuestas a 19 personas calificadas como expertos ⁵⁷ en la temática referida a gestión de residuos: académicos, empresarios, gestores locales de Misiones, Argentina.	Seminario con académicos de la UFABC en San Paulo, Brasil, donde se ha presentado el instrumental metodológico basado en la Cuádruple Hélice.
Workshops (5) grupo de trabajadores y gestores municipales en una ciudad de menos de 100.000 habitantes en Misiones, Argentina.	Conferencias (3) con empresas recicladoras, vecinos, estudiantes, docentes y agentes del estado sobre la gestión de los residuos en Misiones, Argentina	Conferencias de la <i>International Solid Waste Association (ISWA)</i> en la <i>International Trade Fair for Water, Sewage, Waste and Raw Materials Management (IFAT) 2025</i> , San Paulo, Brasil.
Entrevistas (3) a conductores de vehículos recolectores de municipios de Misiones, Argentina	Workshops (2) con agentes del estado de Misiones, Argentina. Encuestas (3) a agentes municipales y al equipo de la Subsecretaría de EC de Misiones, Argentina. Encuestas a 21 municipios de Misiones, Argentina.	Workshop (1) con directivos de instituciones educativas en la UFABC, San Paulo, Brasil. Entrevistas (3) a gestores municipales de residuos del ABC Paulista. Entrevistas (3) a gestores municipales de municipios de Misiones, Argentina. Encuestas a 21 municipios de Misiones, Argentina.

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 3.11

Detalle de escalas referidas a severidad, ocurrencia y detección de fallas

A partir de la interacción con los actores clave de las micro-regiones, el equipo de investigación definió los criterios para asignar la puntuación a cada modo de fallo y a sus causas, utilizando las tablas que se presentan a continuación en el marco de la gestión de los RSD a nivel micro-regional.

Clasificación de la gravedad del modo de fallo

Gravedad	Criterio	Valor
Muy baja	Repercusiones imperceptibles. El fallo no genera efectos reales sobre el sistema de gestión de residuos ni sobre la comunidad.	1
Baja	Repercusiones irrelevantes y apenas perceptibles. Puede ocasionar un ligero inconveniente, como un pequeño retraso en la recolección, pero se puede remediar fácilmente.	2 – 3
Moderada	Defectos de relativa importancia. Se observa un deterioro en el servicio de gestión de residuos (ejemplo: acumulación temporal en ciertos puntos), lo que puede causar insatisfacción en la comunidad.	4 – 6
Alta	El fallo puede ser crítico e inutilizar parte del sistema (ejemplo: interrupción prolongada de la recolección). Genera un mayor grado de insatisfacción comunitaria.	7 – 8
Muy alta	Fallo potencial muy crítico que afecta la seguridad ambiental o sanitaria (ejemplo: contaminación por RSD y proliferación de vectores).	9 – 10

Fuente: adaptado de Lema (2019) y Yasinski (2022)

⁵⁷ Durante la investigación se encuestó a un conjunto de personas expertas en RSD, conforme a la Ley de Protección de los Datos Personales (Ley N° 25.326) de Argentina.

Frecuencia de ocurrencia del modo de fallo

Frecuencia	Criterio	Valor
Muy baja (Improbable)	Ningún fallo se asocia a procesos de gestión de residuos similares. No existen antecedentes, aunque se reconoce que puede llegar a ocurrir.	1
Baja	Fallos aislados en procesos de gestión de residuos comparables. Puede esperarse en la vida útil del sistema, aunque es poco probable.	2 – 3
Moderada	El defecto ha aparecido ocasionalmente.	4 – 5
Alta	El fallo se ha presentado con cierta frecuencia en experiencias previas de gestión de residuos en otros municipios o procesos semejantes.	6 – 8
Muy alta	El fallo es casi inevitable. Existe alta probabilidad de que ocurra de manera recurrente en el sistema de gestión.	9 – 10

Fuente: adaptado de Lema (2019) y Yasinski (2022)

Clasificación de detección del modo de fallo







Detectabilidad	Criterio	Valor
Muy alta	El defecto en la gestión de residuos es evidente	1
Alta	El defecto es evidente y puede detectarse con facilidad (ejemplo: retrasos en la recolección), aunque no siempre se distingue en primera instancia.	2 – 3
Mediana	El defecto es detectable a través de controles internos o monitoreo, aunque posiblemente no llegue a ser percibido de inmediato.	4 – 6
Pequeña	Es difícil detectar el defecto con los procedimientos habituales (ejemplo: fallos en clasificación o en rutas internas), lo que dificulta la corrección temprana.	7 – 8
Improbable	El defecto no puede detectarse mediante controles internos, pero es muy probable que la comunidad lo perciba (ejemplo: problemas de olores, vectores o focos de contaminación).	9 – 10

Fuente: adaptado de Lema (2019) y Yasinski (2022)

ANEXO 3.12

Análisis AMFE para las micro-regiones y acciones correctivas incorporadas al instrumental metodológico desarrollado

Caso de municipios de Misiones, Argentina

Modo de Falla	Causa/s principal de falla	S	O	D	RPN	Prioridad	Acción Correctiva Propuesta
Ausencia de grupo de trabajo (GT) enfocado a EC municipal y micro-regional	Inexistencia de un mecanismo formal de registro y vinculación entre actores clave. La temática de RSD no logra ser atendida por el personal municipal.	8 (Alta)	7 (Alta)	5 (Mediana)	280	 Alta	Fase 1, E1.1, Paso 3: Registro de actores + plan de comunicación. Responsable: Municipio. Producto: base de datos y cronograma.
Escasa cooperación entre actores de una micro-región	Ausencia de un informe integral de circularidad a nivel micro-regional y provincial, lo que redujo la importancia del tema RSD.	7 (Alta)	6 (Alta)	6 (Mediana)	252	 Alta	Herramienta de caracterización cuali-cuantitativa para alinear intereses. Responsable: Provincia + Municipios. Producto: informe base.
Roles municipales no definidos o insuficientes	Inexistencia de plan de comunicación y responsables.	6 (Moderada)	7 (Alta)	6 (Mediana)	252	 Alta	Fase 1, E1.2, Designación de responsable del GT.
Modo de Falla	Causa/s principal de falla	S	O	D	RPN	Prioridad	Acción Correctiva Propuesta
Falta de priorización de residuos: más problemáticos y volumen producido	Inexistencia de criterios técnico-sociales para decidir qué residuos gestionar; bajo conocimiento del personal.	7 (Alta)	5 (Moderada)	5 (Mediana)	175	 Media	Fase 2: Diagnóstico cuali-cuantitativo y jerarquización de residuos. Responsable: Municipio + técnicos. Producto: matriz de residuos priorizados.
Recolección diferenciada no efectiva o inexistente	Falta de recursos y planificación operativa municipal; ausencia de gestiones específicas.	8 (Alta)	6 (Alta)	6 (Mediana)	288	 Alta	Fase 2.1, Paso 1: Guía adaptada de caracterización accesible según contexto local. Responsable: Municipio. Producto: protocolo operativo.
Falta de planificación a largo plazo	Visión fragmentada de la realidad, sin metas de largo plazo ni trabajo mancomunado.	8 (Alta)	6 (Alta)	5 (Mediana)	240	 Alta	Fase 2.1: Mesas de trabajo participativas con cronograma consensuado. Responsable: GT local. Producto:

							plan estratégico 5-10 años.
Dificultad para sostener participación activa de actores de las 4 hélices	Inexistencia de planificación de reuniones y grupos de trabajo en barrios, manzanas y regiones de la ciudad.	6 (Moderada)	6 (Alta)	5 (Mediana)	180	● Media	Fase 2.1, Pasos 2.1 y 2.2: Conformación de grupos fijos y sesiones organizadas. Responsable: Municipio + ONG locales. Producto: cronograma barrial.
Falta de diagnóstico compartido	Información desarticulada y no socializada con la comunidad ni actores locales.	6 (Moderada)	5 (Moderada)	6 (Mediana)	180	● Media	Fase 2.1, Pasos 3 y 4: Elaboración y socialización del informe diagnóstico. Responsable: GT. Producto: documento difundido.
Modo de Falla	Causa/s principal de falla	S	O	D	RPN	Prioridad	Acción Correctiva Propuesta
No se determina la relevancia de cada residuo	Ausencia de criterios combinados (ambientales, sociales y económicos) para focalizar en residuos problemáticos.	7 (Alta)	5 (Moderada)	5 (Mediana)	175	● Media	Fase 2.1, Paso 3.3: Matriz de valoración de residuos por criterios múltiples. Responsable: técnicos. Producto: ranking de residuos críticos.
Débil capacidad organizacional de la red	Falta de análisis interno sobre capacidades instaladas en el municipio y la micro-región.	6 (Moderada)	5 (Moderada)	6 (Mediana)	180	● Media	Fase 2.1, Paso 3.4: Cálculo del índice de capacidad organizacional. Responsable: Municipio + academia. Producto: informe de capacidades.
Planes no consensuados	Elaboración aislada de actividades sin colaboración de actores de la cuádruple hélice.	7 (Alta)	5 (Moderada)	6 (Mediana)	210	● Media	Fase 2.2: Reuniones participativas para definir planes comunes. Responsable: GT. Producto: plan validado multiactor.
Desvíos no gestionados en la planificación	Los planes no se ajustan ante cambios; las actividades se paralizan frente a inconvenientes.	6 (Moderada)	5 (Moderada)	6 (Mediana)	180	● Media	Fase 3.1, Paso 3: Adecuación dinámica del plan a través de MTP. Responsable: GT. Producto: plan actualizado.

Fuente: Elaboración propia mediante trabajo de campo en municipios de Misiones, Argentina (desde el año 2023 hasta agosto de 2025).

Los valores de RPN evidencian que la mayoría de las fallas poseen una prioridad alta o media, lo que compromete la sostenibilidad del sistema. Las acciones correctivas propuestas ofrecen un marco de intervención participativo, orientado a fortalecer las capacidades locales.

Caso de municipios del ABC Paulista

Modo de Falla	Causa/s principal de falla	S	O	D	RPN	Prioridad	Acción Correctiva Propuesta
Fragmentación institucional	Falta de mecanismos efectivos de coordinación intermunicipal; a veces no se da suficiente importancia a los residuos.	9 (Muy alta)	7 (Alta)	6 (Media)	378	● Alta	Fase 1, E1.1, Paso 3: Registro de actores + plan de comunicación. Fase 2.2: Reuniones participativas para definir planes.
Escasez de planificación regional	Ausencia de un plan metropolitano de residuos sólidos adaptado al contexto actual; falta de profesionales capacitados en gestión de residuos.	9 (Muy alta)	6 (Media)	6 (Media)	324	● Alta	Fase 1, E1.2, Paso 3: Plan de comunicación con metas y responsables. Fase 2: Diagnóstico cuali-cuantitativo y jerarquización de residuos. Fase 2.1, Paso 1: Guía adaptada de caracterización de RSD
Limitada infraestructura de valorización	Predominio de rellenos sanitarios, baja inversión en reciclaje/compostaje y poca concientización sobre la importancia de la valorización.	8 (Alta)	7 (Alta)	6 (Mediana)	336	● Alta	Fase 2.1: Mesas de trabajo participativas con cronograma consensuado. Fase 2.1, Pasos 2.1 y 2.2: Conformación de grupos fijos y sesiones organizadas.
Débil participación social	Falta de incentivos, continuidad en programas de educación ambiental y personal municipal sin formación en gestión comunitaria.	7 (Alta)	6 (Media)	5 (Mediana)	210	● Media	Fase 2.1, Pasos 3 y 4: Elaboración y socialización del informe diagnóstico. Fase 1, asociación de actores de las 4 hélices.
Dependencia financiera de contratos privados	Tercecerización con bajo control público, altos costos y escasa formación del personal para supervisar contratos.	8 (Alta)	6 (Media)	6 (Mediana)	288	● Alta	Fase 2.1, Paso 3.3: Matriz de valoración de residuos por criterios múltiples. Fase 2.1, Paso 3.4: Cálculo del índice de capacidad organizacional.
Adaptación y seguimiento continuo	Los planes no se actualizan según cambios en la región y necesidades de los municipios.	8 (Alta)	5 (Moderada)	5 (Mediana)	200	● Media	Fase 3.1, Paso 3: Adecuación dinámica del plan a través de MTP.

Fuente: Elaboración propia mediante trabajo de campo en el ABC Paulista (desde junio hasta agosto de 2025).

ANEXO 3.13

Lista de las variables del modelo utilizadas en la simulación mediante dinámica de sistemas

Variable	Significado y unidad	Valor inicial / Observaciones	Fórmula	Tipo de variable
RSD A	RSD en A (t)	VI: 1 Posee actividades de EC	\sum [Generación A – Aprovechamiento de orgánicos A – Recolección y disposición en A – Reciclaje A]	V nivel
RSD B	RSD en B (t)	VI: 1. Sin actividades de EC	\sum [Generación B – Residuos a disposición final B- EC]	V nivel
Población Total	Suma de la población de A y B (hab)	117.000 hab en año 2023	Pobl A + Pobl B	V nivel
Disposición Final	t	VI: 1	\sum [Disposición final A + Disposición final B]	V nivel
Factor de huella de carbono: FHC	KgCO ₂ eq/t	Cada tonelada del material o residuo gestionado genera en promedio: 1,5 toneladas de CO ₂ eq	1500	constante
Emisión PER CÁPITA de HC (micro-región)	KgCO ₂ eq/hab	Refiere a la cantidad de dióxido de carbono equivalente generado por los RSD	(Disposición total/Población total) *FHC	V auxiliar
Residuos recolectados y dispuestos A	Servicio municipal de recolección (t)	VI: 1	\sum [Recolección – Disposición final – Ecopuntos – Punto limpio]	V nivel
Residuos a disposición final B	Recolección en B (t/año)	Los residuos totales que se mandan directamente a disposición	=RSD B * tasa de recolección B	V flujo
Incremento neto en A y en B	Crecimiento poblacional (hab/año)	—	P * ti	V flujo
Población A	Habitantes (hab)	VI: 107.000	\sum IN	V nivel
Población B	Habitantes (hab)	VI: 10.000	\sum IN	V nivel
Población total (micro-región)	Habitantes (hab)	VI: 117.000	\sum [IN Población A+ IN Población B]	V nivel
Residuos a disposición final en A	Total de residuos dispuestos (t/año)	—	Residuos a disp. final A*t disp. Final A	V flujo
Residuos a disposición final en B	Total de residuos dispuestos (t/año)	—	Residuos a disp. final B*t disp. Final B	V flujo

Variable	Significado y unidad	Valor inicial / Observaciones	Fórmula	Tipo de variable
Reciclaje en A (RECICL)	t/año	—	RSU * tr	V flujo
Recolección y disposición en A (RECO)	t/año	—	RSU * trcc	V flujo
Tasa de disp y recol en A	% ⁵⁸ /año	0,8	80 %	V auxiliar
Generación A-B	t/año	—	tg * P	V flujo
Tasa generación anual A (tg)	t/(hab·año)	GPC media: 0,578 Min 0,4-max 0,8	Random Normal (min 150, max 270, media 211, desv 20, Semilla 123)	V auxiliar
Tasa generación anual B (tg)	t/(hab·año)	Random Uniform(100, 200)	—	V auxiliar
Tasa de aprovechamiento en A (ta)	% de RSD	0,01	1 %	Constante
Tasa de reciclaje en A (tr)	% de RSD	0,01	1 %	V auxiliar
EC en B	t/año	0,01	RSD B* tcB	V flujo
Tasa circular en B (tc B)	%	0.01	1 %	V auxiliar
Residuos a disp final en B	%	0,1	RSD B*tdf B	V auxiliar
Tasa de disposición final en B (tdf B)	%	0,7	70 %	
Tasa de incremento A (ti)	% anual	0,07	Tasa positiva del 7% anual	Constante
Tasa de incremento B (ti)	% anual	-0,01	Tasa negativa -1 % anual	V auxiliar
Tasa voluminosos/peligrosos (tvyp) en A	%	0,03	3 %	Constante
Punto limpio en A	t/año	—	RECOL * tvyp	V flujo
Ecopuntos A	t/año	—	Recolección y disposición A * tasa de recuperación	V flujo
Tasa de recuperación A	%	0,01	—	V auxiliar
Reducción de RSD (de la micro-región)	t	1	\sum [Aprovechamiento de orgánicos + EC(B8) + Reciclaje (A)]	V auxiliar
Disposición Total (micro-región)	t	1	\sum [Residuos a disp. Final A + Residuos a disp. Final B]	V auxiliar
Índice de circularidad de residuos en A (ICRA)	adimensional	—	Residuos recolectados y dispuestos en A/Disposición total	V auxiliar

Fuente: Elaboración propia.

⁵⁸ En Vensim PLE las tasas ó porcentajes declarados deben ser escritos de la forma 1/unidad, por ejemplo: %/año, debe ser declarado como 1/año. De lo contrario el software arrojará error de sintaxis.