



UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
SAN MARTÍN

3iA

Instituto de Investigación
e Ingeniería Ambiental

Proyecto Final Integrador

Diseño de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos para las Islas del Delta de Tigre

Ingeniería Ambiental, UNSAM, 2020

Alumna:

Luciana Maggiani
Legajo: CYT6146

Tutores:

Patricia
Fernández
Cañas;
Gustavo
Fernández
Protomastro



Tabla de Contenidos

CAPÍTULO 1: Introducción y Objetivos 9

1.1 Introducción 9

1.2 Objetivo del proyecto 15

1.2.1 Objetivos generales 15

1.2.2 Objetivos específicos 15

CAPÍTULO 2: Diagnóstico 16

2.1 Residuos 16

2.1.1 Fuentes y tipos de residuos sólidos 16

2.2 Residuos Sólidos Urbanos (RSU) 17

2.2.1 Composición de los RSU 18

2.2.1.1 Composición y propiedades Físicas 18

2.2.1.2 Propiedades Químicas 21

2.3 Diagnóstico actual de los RSU de las Islas del Delta de Tigre 21

2.3.1 Composición de los RSU de las Islas del Delta de Tigre 21

2.3.2 Generación Per Cápita de Tigre 25

2.4 Gestión de residuos en las Islas del Delta de Tigre 25

2.4.1 Transporte y recolección de los RSU en las Islas del Delta de Tigre 27

2.4.2 Características de las embarcaciones recolectoras 30

2.4.2.1 Embarcaciones de baja carga 31

2.4.2.2 Embarcaciones de alta carga 32

2.5 Turismo en Tigre y sus Islas del Delta 33

2.6 Encuesta sobre la situación actual de gestión de RSU 34

2.6.1 Opiniones de los encuestados sobre la gestión actual de los RSU en las Islas del Delta de Tigre 44

2.6.2 Conclusiones de la Encuesta 46

2.7 Diagnóstico del territorio de estudio: Sudestadas 47

2.8 Marco regulatorio 54

2.8.1 Nivel Supranacional 54

2.8.2 Nivel Nacional 55

2.8.3 Nivel Provincial 56

2.8.4 Nivel Municipal 57

2.9 Conclusiones del Diagnóstico.....	58
--	-----------

CAPÍTULO 3: Marco Teórico.....59

3.1 Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos (GIRSU).....	59
3.1.1 Jerarquía de gestión de los residuos	62
3.2 Recolección y transporte de RSU	63
3.2.1 Servicio de recolección en la calle a poca distancia de la propiedad del generador....	64
3.2.2 Servicio de recolección en la calle en el límite de la propiedad del generador	65
3.2.3 Servicio de recolección dentro de la propiedad del generador.....	65
3.3 Estación de Transferencia	65
3.3.1 Descargue directo	66
3.3.2 Descargue con almacenamiento	67
3.3.3 Combinación de descargue directo y descargue con almacenamiento: Estaciones de Transferencia Multipropósito	68
3.4 Planta de Separación y Clasificación de Residuos	69
3.5 Tratamientos para la Fracción Orgánica de los RSU (FORSU)	71
3.5.1 Compostaje.....	71
3.5.1.1 Compostaje Domiciliario	74
3.5.2 Digestión Anaerobia.....	76
3.5.2.1 Digestión anaerobia de RSU	80
3.5.2.2 Biodigestores domiciliarios	82

CAPÍTULO 4: Memoria Descriptiva y de Cálculo - Análisis de Alternativas85

4.1 Proyección Poblacional	88
4.1.1 Proyección de la Población Permanente	88
4.1.2 Proyección de la Población Temporal y Visitante.....	90
4.2 Generación de RSU por habitante en el Delta de Tigre.....	92
4.3 Disposición inicial selectiva	95
4.3.1 Contenerización inicial	97
4.4 Recolección diferenciada de residuos	102
4.4.1 Sectorización	102
4.4.2 Ruta de recolección	107
4.4.2.1 Consumo de combustible	113
4.4.2.2 Diseño Lanchas	114

4.5 Estación de Transferencia Multipropósito (ETM)	117
4.5.1 Planta de Separación y Clasificación de la corriente Reciclables	127
4.5.2 Estación de Transferencia de la corriente Restos	136
4.5.3 Gestión de Residuos Generados y Residuos Peligrosos	142
4.6 Alternativas propuestas para el tratamiento de los Residuos Alimenticios	143
4.6.1 Alternativa I: Compostaje Domiciliario	144
4.6.2 Alternativa II: Biodigestión Domiciliaria	150
4.6.3 Comparación entre Alternativas I y II	160
4.7 Residuos Voluminosos	163
4.8 Puntos Verdes (PV) y Puntos Verdes Especiales (PVE)	164
4.9 Campaña de Comunicación y Educación	166
4.10 Conclusiones	170
CAPÍTULO 5: Planos del Proyecto	172
CAPÍTULO 6: Cómputo y Presupuesto	173
6.1 Inversión Inicial	173
6.2 Costo de Operación y Mantenimiento	180
6.3 Ingresos de la comercialización de material reciclable	183
6.4 Viabilidad económica y financiamiento	184
6.5 Conclusiones	186
CAPÍTULO 7: Estudio de Impacto Ambiental (EsIA) ..	187
7.1 Objetivos y Alcance	187
7.2 Metodología	188
7.3 Descripción general del proyecto	188
7.3.1 Infraestructura e instalaciones de la ETM.....	190
7.4 Marco Normativo	190
7.5 Área de Influencia (AI)	191
7.5.1 Área de Influencia Directa (AID)	192
7.5.1 Área de Influencia Indirecta (AII)	192
7.6 Línea de base Ambiental (LBA)	193

7.6.1 Medio Físico.....	193
7.6.1.1 Geografía.....	194
7.6.1.2 Clima y Meteorología.....	196
7.6.1.3 Geología y Geomorfología.....	199
7.6.1.4 Hidrogeología e hidrología.....	202
7.6.1.5 Suelos.....	205
7.6.2 Medio Biológico.....	206
7.6.2.1 Flora.....	207
7.6.2.2 Fauna.....	211
7.6.2.3 Áreas Protegidas (AP).....	213
7.6.3 Medio Socio-Económico y Cultural.....	216
7.6.3.1 Historia.....	216
7.6.3.2 Valores Edilicios.....	217
7.6.3.3 Dinámica Económica.....	218
7.6.3.4 Equipamiento comercial isleño terrestre y flotante.....	220
7.6.3.5 Red de Energía Eléctrica y Alumbrado Público.....	220
7.6.3.6 Saneamiento.....	221
7.6.3.7 Educación y Salud.....	222
7.6.3.8 Transporte público fluvial.....	223
7.7 Identificación y Evaluación de Impactos Ambientales.....	223
7.7.1 Metodología.....	224
7.7.2 Actividades o acciones.....	225
7.7.3 Factores Ambientales.....	226
7.7.4 Matriz de Impacto.....	227
7.7.4.1 Identificación de Impactos.....	227
7.7.4.2 Valorización de Impactos.....	228
7.7.4.3 Descripción de Impactos.....	230
7.8 Plan de Gestión Ambiental (PGA).....	231
7.8.1 Plan de Prevención y Mitigación de Impactos.....	232
Elementos De Protección Personal o Individual (EPP o EPI).....	232
Plan de Mantenimiento Preventivo y/o Predictivo de Maquinaria.....	233
Plan de Mantenimiento y Control de la ETM.....	234
Plan de Navegación Segura y Amigable con el Ambiente.....	235
7.8.4 Plan de Contingencias Ambientales (PCA).....	237
7.8.3 Programa de control y monitoreo.....	238
7.9 Conclusiones.....	239

CAPÍTULO 8: Conclusiones.....240

8.1 Conclusiones generales.....	240
8.2 Conclusiones personales	241
Referencias Bibliográficas.....	242
Anexo I – Planos del Proyecto.....	250
Anexo II – Encuesta	263

Resumen

En la actualidad, la alta generación de residuos sólidos urbanos (RSU) es una de las principales problemáticas mundiales, siendo su gestión integral uno de los mayores desafíos del siglo XXI. La explosión demográfica, el avance de la urbanización y la modalidad de consumo de usar y descartar provocaron un crecimiento exponencial de los mismos.

Las Islas del Delta del Río Paraná constituyen un macrosistema de humedales fluviales que abarcan parte de las provincias de Entre Ríos, Santa Fe y Buenos Aires. Dentro del Delta Bonaerense se encuentran los partidos de Baradero, Zárate, Campana, San Fernando y Tigre, entre otros. Los humedales son ecosistemas que cumplen un importante rol tanto como reservorios de biodiversidad, brindando alimento y refugio a numerosas especies de animales, como también proveedores de bienes y servicios ecosistémicos para el ser humano, entre los cuales se encuentran servicios de regulación de inundaciones y enfermedades, formación de suelos productivos, agua y alimentos, entre otros. Debido a la continua modificación, contaminación e intervención antrópica sobre los humedales, son actualmente considerados como los ecosistemas más amenazados del planeta.

En particular, las Islas del Delta de Tigre, debido a su belleza natural y a su cercanía con la Ciudad de Buenos Aires, presentan un flujo creciente de turistas y visitantes, aumentando drásticamente la generación de RSU durante temporadas estivales. Las demandas de nuevas comodidades residenciales y de servicios en las islas, han llevado a un crecimiento desordenado, que pone en peligro la sustentabilidad del ecosistema.

En el presente proyecto, se presenta el diseño de una Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (GIRSU) para las Islas del Delta de Tigre, la cual cuenta con dos objetivos principales. Por un lado, disminuir la cantidad de residuos que llegan al relleno sanitario para su disposición final, buscando su previa revalorización y reincorporación al sistema productivo. Y, por otro lado, lograr la adaptación de la gestión a la dinámica particular isleña, influenciada principalmente por el régimen hidrológico cambiante con mareas lunares y eólicas, para solucionar así la problemática actual relacionada a los RSU en las Islas, los cuales terminan en su mayoría derramados en los canales, ríos y arroyos debido a la acción del viento, la lluvia, la marea, los perros y roedores, entre otros factores, contaminando el ambiente natural, dañando a la flora y fauna local, y contribuyendo a la acumulación de plásticos en el océano.

Para esto, se realizó un diagnóstico de la situación actual, complementada con una encuesta realizada a la población isleña, y se procedió al diseño de una gestión integral de RSU, incluyendo una separación inicial en origen de las corrientes de residuos restos,

reciclables, alimenticios, especiales y voluminosos, acompañada con una disposición inicial selectiva y contenerizada, seguida por la optimización de la recolección fluvial actual y un posterior tratamiento de la corriente de residuos reciclables mediante la propuesta de una Planta de Separación y Clasificación, junto con una Estación de Transferencia para la corriente restos situadas dentro de una Estación de Transferencia Multipropósito (ETM) a ubicar en el continente. Además, se estudiaron dos alternativas para el tratamiento domiciliario de los residuos alimenticios, siendo estas, digestión anaerobia y compostaje.

Se incluyen en el proyecto los planos de las unidades, instalaciones y estructuras propuestas, el cómputo y presupuesto integral, el estudio de impacto ambiental (EslA) junto con el plan de gestión ambiental, y la campaña de educación y comunicación propuesta.

Mediante la implementación del presente proyecto, se espera un impacto social y ambiental positivo, contando con una GIRSU que invita a recorrer gran parte de los diecisiete Objetivos de Desarrollo Sustentables (ODS) planteados por la Organización de las Naciones Unidas (ONU) mediante la Agenda 2030 de Desarrollo Sustentable, abarcando entre otros, el N°3 de salud y bienestar, el N°6 de agua limpia y saneamiento, el N°10 de reducción de las desigualdades, el N°11 de ciudades y comunidades sostenibles, el N°12 de producción y consumo responsable, el N°13 de acción por el clima, el N°14 de vida submarina y el N°15 de vida de Ecosistemas terrestres.

CAPÍTULO 1: Introducción y Objetivos

1.1 Introducción

El sector del Delta del Río Paraná con jurisdicción en el Partido de Tigre forma parte del denominado Delta Inferior o Bajo Delta del Río Paraná, y comprende la Primera Sección de las Islas. Tiene una superficie total de aproximadamente 220 km² lo que corresponde al 60% de la superficie total del citado partido. Las mismas se encuentran limitadas al Oeste por el Canal Gobernador Arias, al Sur por el río Luján, al Norte por el Paraná de las Palmas, y al Este por la prolongación de la calle Uruguay hasta encontrarse con el río de la Plata, configurando un cuadrilátero de gran tamaño. En las *Figuras 1.1 y 1.2*, se puede observar la superficie descripta.

El Río Paraná es uno de los más caudalosos del mundo. En su recorrido arrastra un gran volumen de sedimentos que se depositan antes de su desembocadura en el Río de la Plata, formando bancos que crecen continuamente y dan origen a islas. Particularmente las islas del Delta del Paraná que forman el Delta del Tigre tienen un origen muy reciente, habiéndose originado casi en su totalidad con posterioridad al año 1750 (INA, 2005). Aproximadamente las dos terceras partes de estas islas, entre las cuales están incluidas las más cercanas a la ciudad de Tigre y todo el frente de avance sobre el Río de La Plata, se originaron en los últimos 170 años (Medina, Codignotto, 2013).

Este complejo sistema hídrico, surgido de la formación y el crecimiento de las islas que van dividiendo el curso de las aguas, contribuye a dar su forma al paisaje, constituye vías de comunicación, modela la vida y las costumbres de sus habitantes, cumpliendo un rol principal en la historia y la cultura lugareña (Fundación Metropolitana, Municipalidad de Tigre, 2010).

El corredor biológico del Delta del Paraná permite que muchas especies vegetales y animales de ambientes subtropicales se distribuyan en latitudes más australes. La gran heterogeneidad del paisaje convierte a estos humedales en ambientes con elevada diversidad biológica (Malvárez, 1997). Además, funciona como un importante proveedor de servicios ecosistémicos para el ser humano, tales como la provisión de agua de calidad, la regularización hídrica, la captura de carbono, la polinización de especies, servicios de regulación de inundaciones y enfermedades, formación de suelos productivos, entre otros. La Municipalidad de Tigre afirma que es por esto que son un conjunto de tierras de alto valor estratégico (Tigre Municipio, 2020).



Figura 1.1: Islas del Delta de Tigre, zona de estudio. Fuente: Elaboración propia mediante Google Earth.

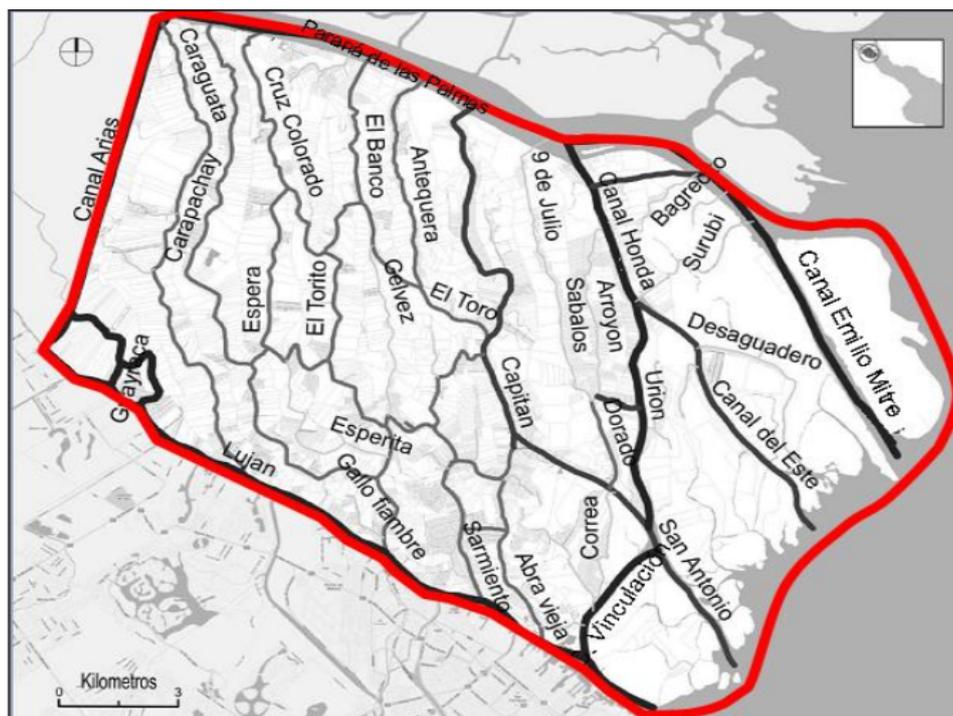


Figura 1.2: Nombre de los principales ríos, canales y arroyos de la localidad Delta de Tigre. Fuente: Fundación Metropolitana, Municipalidad de Tigre, 2010.

Durante los años 2010 y 2012, la Municipalidad de Tigre generó un Plan de Manejo para las Islas del Delta de Tigre el cual busca un adecuado manejo de los humedales y sus servicios ecosistémicos, disponiendo también distintos instrumentos y acciones para mejorar

las condiciones de vida y bienestar de sus residentes y visitantes actuales y futuros (Fundación Metropolitana, Municipalidad de Tigre, 2012).

Por otro lado, respecto a la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (GIRSU) en la Municipalidad de Tigre, recién en mayo del 2019 se lanzó el programa "Recicla", motivando la separación inicial en origen en las corrientes de residuos restos y reciclables (metales, plásticos, vidrio, papel y cartón), contando con campanas distribuidas por el municipio. Luego, los residuos reciclables son trasladados a la Cooperativa Creando Conciencia (ver *Figura 1.3*) ubicada en la localidad de Benavidez, Tigre, en la cual los separan, clasifican y reciclan, generando productos como mates, perchas, mesas, sillas y más, a partir del plástico reciclado. De todas formas, este sistema tiene acción solo en el área continental del Municipio, quedando a un lado las islas bajo su jurisdicción.



Figura 1.3: Cooperativa Creando Conciencia, Benavidez, Tigre. Fuente: Creando Conciencia, 2020.

En las Islas del Delta de Tigre, se incorporó en el 2010 un servicio de recolección fluvial de los residuos sólidos urbanos (RSU) mediante embarcaciones recolectoras preparadas con contenedores para realizar dicha tarea (ver *Figuras 1.4 y 1.5*). De todas formas, es hasta el día de la fecha que no se ha logrado avanzar hacia una valorización de los RSU.



Figura 1.4: Lanchas recolectoras de residuos de las islas del Delta de Tigre con contenedores.

Fuente: Recolectora del Delta.



Figura 1.5: Contenedores dentro de las lanchas recolectoras de RSU de las islas del Delta Tigre.

Fuente: Recolectora del Delta.

A partir del 2012 las embarcaciones recolectoras dejaron de tener contenedores y es hasta la actualidad que la recolección de los residuos es realizada sin ningún tipo de contención, formando pilas en el interior de cada embarcación que sobrepasan la altura de la lancha, como se puede observar en la *Figura 1.6*. El servicio se completa con camiones que, ubicados en el continente, trasladan los residuos hasta el relleno sanitario CEAMSE (Coordinación Ecológica Área Metropolitana Sociedad del Estado) para su disposición final.



Figura 1.6: Lanchas recolectoras de RSU de las islas del Delta de Tigre sin contenedores. Fuente: Grupo Riccitelli.

Es así como el presente servicio de recolección no es diferenciado ni cuenta con una gestión sustentable, careciendo de la consideración de diversos factores como la acción meteorológica, ciclo de mareas, generación de lixiviados, y ataques de ratas y perros entre otras. Esto genera un impacto negativo tanto al ambiente como para la salud de los isleños.

Antes de esta gestión, justificado en las condiciones y dificultades naturales del área, no existía prestación alguna de servicio fluvial de recolección de residuos sólidos urbanos, por lo que los mismos, se quemaban, se echaban al río ó se acumulaban en determinados espacios, formando basurales a cielo abierto (BCA). A partir del 2010, mediante la incorporación de la recolección fluvial, se logró erradicar un alto porcentaje de los basurales a cielo abierto existentes en las islas, lo cual ayudó a disminuir la generación de enfermedades, diseminación de residuos, proliferación de olores y contaminación de agua y aire, entre otros (Fundación Metropolitana, Municipalidad de Tigre, 2012).

Por otro lado, la población total del partido de Tigre al 2010 era de 376.515 habitantes según el último censo realizado por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC), abarcando las localidades de Tigre Centro, Don Torcuato, Ricardo Rojas, El Talar, General Pacheco, Benavídez, Los Troncos del Talar, Dique Luján, Rincón de Milberg, Delta de Tigre y Nordelta. Particularmente en las Islas del Delta de Tigre, la población se divide en permanente, temporaria y visitantes, debido a los picos turísticos durante los fines de semana y en estaciones estivales.

El último censo realizado por el INDEC en el 2010 en las Islas resultó en una población permanente de 5.628 habitantes. Como se puede observar en la *Figura 1.7*, la variación de la tasa de crecimiento poblacional de la población permanente en las Islas del Delta de Tigre entre los años 1991-2001 resultó negativa al igual que la obtenida durante los años 1947-1980, periodo dentro del cual ocurrió una inundación extraordinaria (1959), causando la emigración de muchas familias isleñas dedicadas a la actividad frutícola.

Por otro lado, ya durante la última década censada (2001-2011), la variación ha sido positiva del 7%, aunque no ha alcanzado los valores máximos presentes en períodos anteriores (1980-1991).



Figura 1.7: Evolución demográfica de las Islas del Delta de Tigre en los últimos censos nacionales (Población permanente del Delta en recta azul, incremento intercensal en porcentaje en recta verde, incremento intercensal en habitantes en recta roja). Fuente: Fundación Metropolitana, Municipalidad de Tigre, 2012.

Es así que de mantenerse el ritmo y forma de crecimiento actual, las formas de ocupación y uso del suelo del humedal se traducirán en un deterioro del ecosistema, afectando, no sólo las posibilidades de desarrollo de la vida del isleño, sino también las del propio Delta como sitio turístico, privilegiado por su belleza natural y su rol fundamental como prestador de servicios ecosistémicos.

Dentro de este contexto es que surge la intención de proponer un sistema de GIRSU sustentable y moderno, pretendiendo contribuir mediante la realización del proyecto, desde la ingeniería y la gestión de residuos, a la optimización de la gestión actual con rumbo hacia

la economía circular, priorizando la revalorización de los residuos y el cuidado ambiental, junto con el bienestar y la salud de los isleños.

1.2 Objetivo del proyecto

1.2.1 Objetivos generales

El presente proyecto tiene como objetivo proponer el diseño de un Sistema de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (GIRSU) para las Islas del Delta de Tigre, Provincia de Buenos Aires, Argentina.

1.2.2 Objetivos específicos

1. Analizar información sobre la generación y composición de los residuos sólidos urbanos generados en las Islas del Delta de Tigre.
2. Proponer una separación inicial en origen de los residuos en las corrientes restos, reciclables, especiales, voluminosos y alimenticios, junto con una posterior disposición inicial selectiva y contenerizada.
3. Optimizar el sistema de recolección fluvial actual de los RSU, incorporando una recolección diferenciada y contenerizada, realizando además el diseño de una ruta de recolección de los mismos que contemple la totalidad del territorio.
4. Proponer la optimización del sistema actual de transferencia de residuos en la que se incluya el diseño de una Estación de Transferencia Multipropósito (ETM) en la cual se realice la transferencia de la corriente de residuos restos, y la separación y clasificación de la corriente de residuos reciclables mediante una Planta de Separación y Clasificación.
5. Evaluar dos alternativas para el tratamiento de los residuos alimenticios, siendo estos, compostaje domiciliario y digestión anaerobia domiciliaria.

CAPÍTULO 2: Diagnóstico

2.1 Residuos

Como describe el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) en su Manual para la Sensibilización Comunitaria y Educación Ambiental, 2012, un residuo es cualquier producto en estado sólido, líquido o gaseoso procedente de un proceso de extracción, transformación o utilización, al que su propietario decide abandonar o desprenderse, debido a que carece de valor para el/ella o ya no puede ser utilizado para el uso que fue adquirido o creado (INTI, 2012). En la generación de residuos es importante remarcar que existe una etapa de identificación la cual varía con cada individuo (Tchobanoglous, G., Theissen, H., & Eliassen, R., 1982).

Los mismos pueden clasificarse según su estado físico: sólido, líquido o gaseoso; su peligrosidad: inertes o peligrosos; su naturaleza física: seco o húmedo; su composición química: orgánicos o inorgánicos; y según su procedencia: industriales, de construcción y demolición, sanitarios, agrícolas, ganaderos y forestales, y sólidos urbanos (INTI, 2012).

2.1.1 Fuentes y tipos de residuos sólidos

Las fuentes de residuos sólidos están en general relacionadas con el uso del suelo y la zonificación. Según Tchobanoglous las fuentes de residuos sólidos se pueden clasificar principalmente en las siguientes categorías: 1) Residencial, 2) Comercial, 3) Municipal, 4) Industrial, 5) Áreas libres, 6) Plantas de tratamiento 7) Agrícolas. En la *Tabla 2.1* se pueden observar las instalaciones, actividades o localizaciones típicas asociadas a cada una de esas fuentes y el tipo de residuo que generan (Tchobanoglous, G., Theissen, H., & Eliassen, R., 1982).

Tabla 2.1: Instalaciones de producción, actividades o localizaciones típicas asociadas a varias clasificaciones de fuentes. Fuente: Tchobanoglous, G., Theissen, H., & Eliassen, R., 1982.

Fuentes	Instalaciones, actividades o localizaciones donde se generan los residuos	Tipos de residuos
Residencial	Residencias unifamiliares y multifamiliares, edificios de apartamentos.	Residuos de alimentos, desperdicios, cenizas, desechos especiales.

Comercial	Tiendas, restaurantes, mercados, edificios de oficinas, hoteles, talleres mecánicos, farmacias, hospitales, instituciones, etc.	Residuos de alimentos, desperdicios, cenizas, residuos de demolición y construcción, residuos especiales y peligrosos.
Municipal	Tiendas, restaurantes, mercados, edificios de oficinas, hoteles, talleres mecánicos, farmacias, hospitales, instituciones, etc.	Residuos de alimentos, desperdicios, cenizas, residuos de demolición y construcción, residuos especiales y peligrosos.
Industrial	Construcción, fabricación, manufactura ligera y pesada, refinería, plantas químicas, madera, minería, generación de electricidad, demolición, etc.	Residuos de alimentos, desperdicios, cenizas, residuos de demolición y construcción, residuos especiales y peligrosos.
Áreas libres	Calles, avenidas, parques, plazas, playas, autopistas, áreas recreacionales	Residuos especiales, desperdicios.
Plantas de tratamiento	Agua, aguas residuales y procesos industriales de tratamiento	Residuos de plantas de tratamiento, compuestos principalmente de lodos residuales.
Agrícolas	Cultivos, huertos, viñedos, ordeñadores, corrales de ganado y animales, granjas, etc.	Residuos de alimentos, residuos de la agricultura, residuos peligrosos, desperdicios.

2.2 Residuos Sólidos Urbanos (RSU)

La Ley N° 13.592 del Organismo Provincial para el Desarrollo Sostenible (OPDS) de Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos (GIRSU) para la provincia de Buenos Aires, define a los residuos sólidos urbanos como aquellos elementos, objetos o sustancias generados y desechados producto de actividades realizadas en los núcleos urbanos y rurales, comprendiendo aquellos cuyo origen sea doméstico, comercial, institucional, asistencial e industrial no especial asimilable a los residuos domiciliarios. Es así como además de los residuos producidos por los usos residenciales, comerciales e institucionales, los RSU incluyen los residuos originados en las industrias y establecimientos de salud, que no cuentan con características tóxicas ni peligrosas, siendo así asimilables a domiciliarios.

De esta forma, quedan excluidos de la definición todos aquellos residuos que se encuentran regulados por las Leyes provinciales N° 11.347 (residuos patogénicos), 11.720 (residuos especiales), y los residuos radiactivos.

2.2.1 Composición de los RSU

Los porcentajes de los componentes de los RSU varían con la localización, la estación y la condición económica, entre otros factores. En función a estos se consumirá y se utilizarán ciertos productos, que originarán los residuos correspondientes.

2.2.1.1 Composición y propiedades Físicas

La información sobre la composición física de los residuos sólidos urbanos es esencial no solo para la selección y operación de equipos e instalaciones, sino también para la evaluación de la factibilidad de la recuperación de recursos y energía, y para el análisis y diseño de las instalaciones de disposición (Tchobanoglous, G., Theissen, H., & Eliassen, R., 1982). En la *Tabla 2.2* se presenta el listado de componentes y subcomponentes a ser clasificados, según el CEAMSE, para un correcto análisis de la composición de los residuos sólidos urbanos de cualquier zona que se quiera estudiar (FIUBA, CEAMSE, 2010).

Tabla 2.2: Listado de Componentes y Subcomponentes a ser clasificados para el análisis de composición de los RSU. Fuente: Estudio de Calidad de los RSU del Área Metropolitana de Buenos Aires - Instituto de Ingeniería Sanitaria de la FIUBA / CEAMSE (2010-2011).

Componentes	Subcomponentes
Papeles y Cartones	Diarios y revistas
	Papel de Oficina
	Papel Mezclado
	Cartones
	Envases Tetrabrik
	Total
Plásticos	Polietileno Tereftalato - PET (1)
	Polietileno de Alta Densidad - PEAD (2)
	Policloruro de Vinilo - PVC (3)
	Polietileno de Baja Densidad - PEBD (4)
	Polipropileno - PP (5)
	Poliestireno - PS (6)
	Otros: ABS, Acrílico, Poliuretánica (7)

	Total
Vidrio	Blanco
	Verde
	Ámbar
	Plano
	Total
Metales Ferrosos	
Metales No Ferrosos	
Materiales textiles	
Madera	
Goma, Cuero, Corcho	
Pañales descartables y apósitos	
Residuos de Poda y Jardín	
Materiales de Demolición y Construcción	
Desechos Alimenticios	
Residuos Misceláneos	(mezcla de elementos orgánicos e inorgánicos, no identificables de tamaño menor a 1/2 pulgada)
Residuos peligrosos	
Residuos patógenos	
Medicamentos	Envases de medicamentos que incluye blíster, frascos, etc., y su contenido.
Aerosoles	
Pilas	Pilas y Baterías de todo tipo
RAEE	

A continuación, se detallarán las características físicas importantes a analizar en los residuos sólidos urbanos:

- **Contenido de Humedad:** Se expresa como el peso de humedad por unidad de peso de material húmedo o seco. Para la mayoría de los residuos sólidos urbanos, el contenido de humedad variará del 15 al 40%, dependiendo de la composición de estos, la estación del año y las condiciones de humedad y meteorológicas (particularmente la lluvia) (Tchobanoglous, G., Theissen, H., & Eliassen, R., 1982).
- **Densidad:** Las densidades de los residuos sólidos urbanos varían ampliamente con la localización geográfica, estación del año y tiempo de almacenamiento. Según el estudio realizado por el CEAMSE en conjunto con la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires (FIUBA) en el 2010, los RSU generados en la Municipalidad de Tigre cuentan con una densidad de 360 Kg/m³. La misma fue calculada siguiendo los pasos indicados en la Norma ASTM 5231-92 “Standard Test of the Composition of Unprocessed Municipal Solid Waste“, y la Norma ASTM E 5057-90/96 “Standard Test Method for Screening Apparent Specific Gravity and Bulk Density of Waste” (FIUBA, CEAMSE, 2010). A continuación, en la *Tabla 2.3* se presentan los datos típicos de densidad de los distintos componentes de los RSU.

Tabla 2.3: Datos típicos de la densidad de los componentes de los RSU. Fuente: Tchobanoglous, G., Theissen, H., & Eliassen, R., 1982.

Densidad (kg/m³)		
	Rango	Típico
Residuos alimenticios	131-481	291
Papel	42-131	89
Cartón	42-80	50
Plásticos	42-131	65
Textiles	42-101	65
Residuos de Jardín	59-225	101
Madera	131-320	237
Vidrio	160-481	196
Metal ferroso	131-1151	320
Metal no ferroso	65-240	160

2.2.1.2 Propiedades Químicas

La información sobre la composición química de los residuos sólidos urbanos es importante si se quieren evaluar opciones de tratamiento y recuperación energética. Típicamente, se pueden considerar a los residuos como una combinación de materiales combustibles semihúmedos y no combustibles. Es así como, conociendo su composición química se puede estimar el contenido energético (poder calorífico) que presentan determinados residuos (Tchobanoglous, G., Theissen, H., & Eliassen, R., 1982).

2.3 Diagnóstico actual de los RSU de las Islas del Delta de Tigre

2.3.1 Composición de los RSU de las Islas del Delta de Tigre

Conocer la composición de los residuos es lo primero que se debe hacer a la hora de diseñar una gestión integral de residuos sólidos urbanos ya que afecta a las características físicas de los mismos, que a su vez afectan al manejo de los RSU y la elección de tecnologías para la recolección, tratamiento e implementación de las 3R: reducir, reutilizar y reciclar (UNEP, 2015).

En la *Tabla 2.4* se pueden observar los porcentajes de cada componente de los residuos sólidos urbanos generados en la Municipalidad de Tigre. Los mismos provienen del estudio mencionado anteriormente, realizado por el CEAMSE junto con el Instituto de Ingeniería Sanitaria de la FIUBA entre los años 2010 y 2011 (FIUBA, CEAMSE, 2010).

Tabla 2.4: Composición de los Residuos Sólidos Urbanos del Municipio de Tigre. Fuente: Estudio de Calidad de los RSU del Área Metropolitana de Buenos Aires - Instituto de Ingeniería Sanitaria de la FIUBA / CEAMSE (2010-2011).

Composición de Residuos Sólidos Urbanos de Tigre			
Componentes	Subcomponentes	Media (%)	Desvío Standard (%)
Papeles y Cartones	Diarios y revistas	2,20	0,854
	Papel de Oficina	1,13	0,246
	Papel Mezclado	6,62	1,348
	Cartones	3,05	1,023
	Envases Tetrabrik	0,81	0,402

	Total	13,82	1,876
Plásticos	Polietileno Tereftalato - PET (1)	2,74	0,766
	Polietileno de Alta Densidad - PEAD (2)	1,37	0,846
	Policloruro de Vinilo - PVC (3)	0,35	0,178
	Polietileno de Baja Densidad - PEBD (4)	7,40	1,335
	Polipropileno - PP (5)	2,91	0,981
	Poliestireno - PS (6)	1,46	0,648
	Otros: ABS, Acrílico, Poliuretánica (7)	0,01	0,262
	Total	16,23	2,016
Vidrio	Blanco	1,04	0,403
	Verde	1,40	0,480
	Ámbar	0,56	0,131
	Plano	0,00	0,033
	Total	2,99	0,638
Metales Ferrosos		0,96	0,645
Metales No Ferrosos		0,09	0,484
Materiales textiles		4,48	1,371
Madera		1,59	0,608
Goma, Cuero, Corcho		0,73	0,610

Pañales descartables y apósitos		4,21	1,272
Residuos de Poda y Jardín		14,89	2,070
Materiales de Demolición y Construcción		5,67	0,809
Desechos Alimenticios		31,46	2,777
Residuos Misceláneos		2,52	0,478
Residuos peligrosos		0,00	0,089
Residuos patógenos		0,00	0,021
Medicamentos		0,00	0,030
Aerosoles		0,36	0,130
Pilas		0,00	0,001
RAEE		0,00	0,063

El estudio refleja cómo los residuos alimenticios ocupan el mayor porcentaje de los RSU generados por los habitantes de la Municipalidad de Tigre, con un 31,46%. En segundo lugar, se encuentran los plásticos los cuales ocupan un 16,23% del total de los RSU, y en tercer lugar los residuos de poda y jardín con un 14,90%. Luego los papeles y cartones con un 13,82%, los materiales de Demolición y Construcción con un 5,67%, los materiales textiles con un 4,48%, los pañales descartables y apósitos con un 4, 21%, los vidrios con un 2,99%, los residuos misceláneos con un 2,52%, la madera con un 1,59%, los metales ferrosos con un 0,96%, las gomas, el cuero y el corcho con un 0,73%, los aerosoles con un 0,36% y por último los metales no ferrosos con un 0,09%. En la *Figura 2.1* se presenta la distribución de los componentes de los RSU de Tigre.

De esta forma, se cuenta con una fracción orgánica de 47,94% compuesta por los restos alimenticios, madera y los restos de poda y jardín. Para el presente proyecto se plantean dos alternativas para el tratamiento de los orgánicos de forma domiciliaria, siendo estas compostaje y digestión anaerobia. Es así que, como dicha fracción orgánica no es completamente tratable de forma domiciliaria, se excluyen del tratamiento los restos de poda

y jardín y la madera. Por otro lado, dependiendo la alternativa estudiada, se logrará tratar el total de los restos alimenticios o no. En el caso del tratamiento mediante digestión anaerobia, es posible tratar el 100% de los restos alimenticios, contando así con un 31,46% de la composición total de los RSU. Por otro lado, para el caso del tratamiento mediante compostaje, existe un porcentaje de los residuos alimenticios el cual no es compostable, definiéndose como impropios (restos de alimentos de origen animal, aceites, restos de alimentos a base de harinas, restos de comidas elaboradas y productos lácteos), según el estudio realizado por la Escuela Superior de Agricultura de Barcelona sobre el Compostaje de Residuos Municipales en el 2008, se calcula que del total de los restos alimenticios iniciales para ser compostados, un 15% corresponde a impropios (O.Huerta, M. López, M. Soliva y M. Zaloña, 2008). Es así que mediante el tratamiento con compostaje, se logrará tratar un 26,74% de la composición total de los RSU.

Por otro lado, se cuenta con una fracción inorgánica total de 52,09%, pero solo el 39,3% de los RSU cuentan con potencial de ser reciclados (plástico, vidrio, metal, papel y cartón, residuos textiles, corcho, goma y cuero). En este proyecto no se diseñará un sistema de reciclaje para los residuos textiles ni para el corcho, goma y cuero, por lo que el porcentaje a ser reciclado será del 34,09% de la composición total de los RSU.

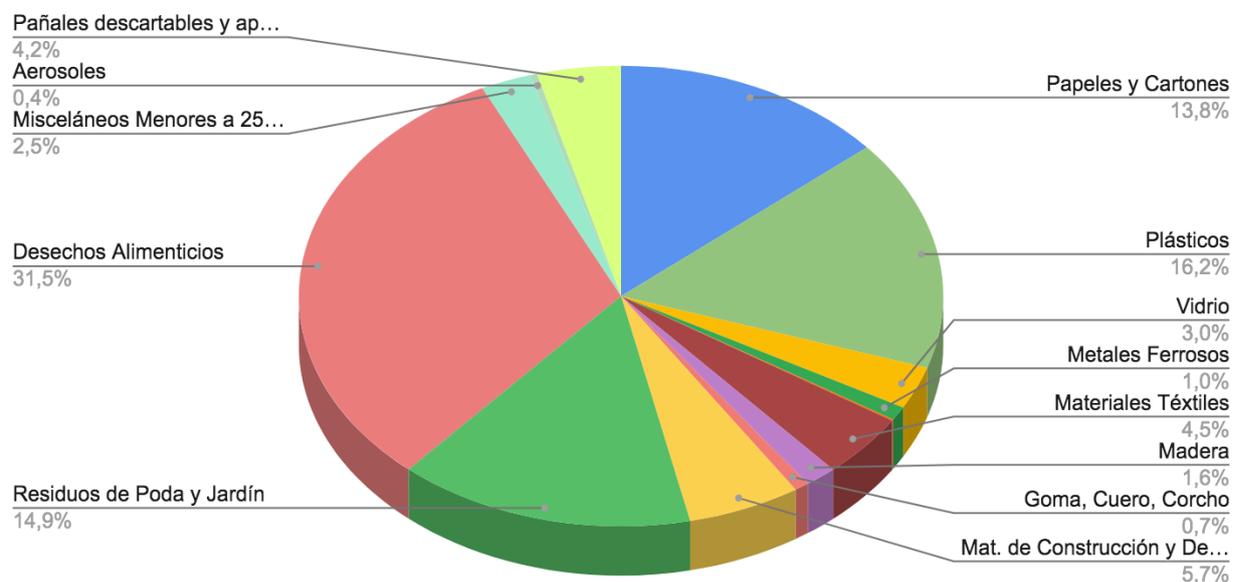


Figura 2.1: Distribución de la composición de los Residuos Sólidos Urbanos del Municipio de Tigre.

Fuente: Estudio de Calidad de los RSU del Área Metropolitana de Buenos Aires - Instituto de Ingeniería Sanitaria de la FIUBA / CEAMSE (2010-2011).

2.3.2 Generación Per Cápita de Tigre

La generación per cápita, *GPC*, se define como la cantidad generada de residuos por un habitante por día (kg/habitante.día). Los métodos utilizados para estimar la GPC tienen en cuenta la cantidad de residuos generados por día y el número de habitantes del área en estudio (Zafra Mejía, C. A., 2009).

Es así que la GPC de los RSU generados en la Municipalidad de Tigre se calculó a partir de las toneladas anuales de RSU dispuestas en el CEAMSE durante el periodo de años 2009-2018 por este Municipio (CEAMSE). Con esta información se logró obtener una tasa promedio de crecimiento anual y así proyectar hasta los años deseados para el proyecto, siendo esta del 6,7%. Luego junto con la proyección poblacional de la Municipalidad de Tigre, se calculó la tasa de generación per cápita y su correspondiente proyección.

De está forma se obtuvo que la tasa de generación per cápita en la Municipalidad de Tigre al 2021 es de 1,31 kg/hab.día y al 2041 de 2,16 kg/hab.día. En el *Capítulo 4.2* se desarrolla el cálculo descripto.

2.4 Gestión de residuos en las Islas del Delta de Tigre

Como se mencionó anteriormente, en las Islas del Delta de Tigre, la gestión de residuos sólidos urbanos se basa en la recolección fluvial de los mismos a cargo de la empresa Grupo Riccitelli con una frecuencia de tres (3) veces por semana los lunes, miércoles y viernes a la madrugada, exceptuando los feriados. La misma cuenta con una flota de veintitrés (23) embarcaciones habilitadas por Prefectura Naval para hacer actividades de saneamiento, conformada por: nueve (9) lanchas cabinadas, dos (2) lanchas sin cabina, dos (2) gomones, tres (3) chatas, cinco (5) dragas de corte y succión, un (1) barco con dos palas hidráulicas para residuos atorados en el lecho del río y un (1) buque de ozonización y oxigenación de aguas. En la *Figura 2.2* se puede ver parte de la flota total de la empresa Grupo Riccitelli.



Figura 2.2: Parte de la flota de la empresa Grupo Riccitelli. Fuente: Grupo Riccitelli.

El servicio se completa con camiones que, ubicados en el continente, cargan los residuos recolectados y los transportan hasta el CEAMSE para su disposición final en el relleno sanitario. En la *Figura 2.3* se puede observar la lancha recolectora llena de RSU a bordo.

De las veintitrés (23) embarcaciones pertenecientes al Grupo Riccitelli, dieciséis (16) son utilizadas para la recolección de los residuos sólidos urbanos (nueve (9) lanchas cabinadas, dos (2) lanchas sin cabina, dos (2) gomones, tres (3) chatas de alta carga), mientras que el resto son utilizadas para la prestación de los servicios de limpieza, saneamiento y dragado de las vías navegables (Grupo Riccitelli).

Gracias a la incorporación del servicio de recolección, como se comentó anteriormente, la Municipalidad de Tigre logró la eliminación de una gran cantidad de basurales a cielo abierto los cuales provocaban impactos negativos tanto al ambiente como a la salud de la población (Fundación Metropolitana, Municipalidad de Tigre, 2012).



Figura 2.3: Sistema de recolección fluvial en las Islas del Delta de Tigre. Fuente: Grupo Riccitelli.

De todas formas, como también se mencionó anteriormente, este servicio de recolección no es diferenciado ni cuenta con una gestión sustentable, careciendo de la consideración de distintas variables como la acción meteorológica, las mareas y la generación de lixiviados, entre otras.

2.4.1 Transporte y recolección de los RSU en las Islas del Delta de Tigre

El servicio de recolección actual de RSU presente en las islas del Delta de Tigre cuenta con dos esquemas principales, uno para los residuos generados por pequeños generadores (hogares) y otro para los generados por grandes generadores (clubes, restaurantes, etc.). En la *Figura 2.4* se pueden observar los dos esquemas mencionados, donde el número uno (1) representa el esquema de recolección para los pequeños generadores, mientras que el número dos (2) representa el esquema de recolección para los grandes generadores. En el primer caso, la recolección consiste en una recolección primaria, seguida de una secundaria, finalizando con una terciaria y su posterior transporte al relleno sanitario. A este caso se lo denominará "Caso 1". En el segundo caso la recolección es más directa, contando con una etapa primaria y otra secundaria. A este caso se lo denominará "Caso 2" (Grupo Riccitelli).

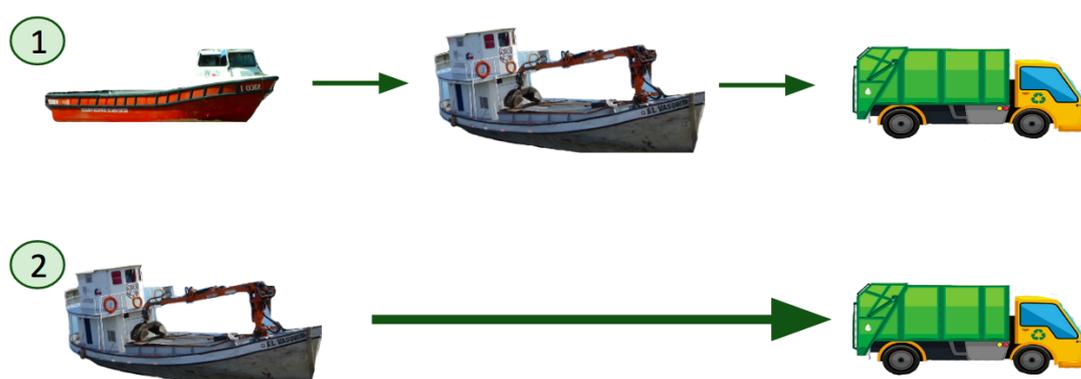


Figura 2.4: Esquemas de recolección actual de residuos sólidos urbanos en las Islas del Delta de Tigre (1- Recolección pequeños generadores; 2- Recolección grandes generadores). Fuente: Elaboración propia a partir de Grupo Riccitelli.

La recolección primaria se realiza mediante la modalidad de recolección manual en acera, la cual, para el caso particular del Delta, se la conoce como "de muelle en muelle" según los residentes y operarios. Para esto, los vecinos colocan sus residuos en los muelles de sus casas tres veces por semana exceptuando feriados y días de muy alta o baja marea, sin contar con un horario específico. Es así que, al las islas no contar con una disposición inicial contenerizada de residuos, la mayoría terminan siendo colgados (ver *Figura 2.5*) o apoyados en los muelles como disposición inicial transitoria hasta ser recolectados por las lanchas. De todas formas, como se desarrolla en la pregunta N°6 del *Capítulo 2.6*, existe un bajo porcentaje de habitantes que utilizan tachos plásticos o de madera para la disposición inicial,

junto con otro bajo porcentaje que se encarga personalmente de transportar los residuos al continente sin utilizar el servicio de recolección.



Figura 2.5: Sistema de disposición inicial. Fuente: Recolectora Delta.

La recolección primaria de los RSU generados en los hogares (*Caso 1*) se realiza mediante embarcaciones de baja carga, mientras que la recolección para grandes generadores (*Caso 2*), se realiza mediante embarcaciones de alta carga (chatas). En ambos casos, la disposición inicial y la modalidad de recolección es la misma, en lo único que se diferencian es en las embarcaciones utilizadas para realizar la tarea. En la *Figura 2.6* se puede observar la metodología de recolección de muelle en muelle.



Figura 2.6: Sistema de recolección primaria de los RSU en las Islas del Delta de Tigre. Fuente: Grupo Riccitelli.

Al no contar con un horario específico ni contenerización de los residuos, aumenta la probabilidad de generación de lixiviados en las bolsas de residuos, contaminando tanto el río como el suelo. Además, no existe limitación alguna para el caso de lluvias, lo cual, de sacar los residuos en días lluviosos, empeora aún más la situación. Es así como no solo se permite

el derrame directo en los cuerpos de agua de los líquidos lixiviados generados en los residuos, sin ningún tipo de separación ni contenerización inicial, sino que también, debido a los vientos y mareas, la probabilidad de vuelco en el río de los residuos presentes en los muelles aumenta.

Una vez finalizada la recolección primaria de los residuos, existen dos caminos. En el *Caso 1*, las embarcaciones de baja carga descargan los residuos, en las embarcaciones de alta carga mediante plumas instaladas a bordo (ver *Figura 2.7*).



Figura 2.7: Sistema de descarga de las embarcaciones encargadas de la recolección primaria.

Fuente: Grupo Riccitelli.

Estas últimas son las encargadas de la recolección secundaria, recolectando los RSU de las embarcaciones de baja carga y transportándolos hasta el continente, donde los residuos son descargados de las chatas y cargados en camiones volquetes mediante las plumas (ver *Figura 2.8*). De esta forma, se completa el esquema con una recolección terciaria realizada por camiones volquetes que luego transportan los residuos hasta el CEAMSE para su disposición final.

En el *Caso 2*, una vez terminada la recolección primaria a cargo de las embarcaciones de alta carga, los residuos son transportados hasta el continente, donde se procede a la descarga y carga de los mismos en los camiones volquetes que luego, al igual que en el *Caso 1*, transportan los residuos hasta el relleno sanitario CEAMSE.



Figura 2.8: Sistema de descarga de las chatas encargadas de la recolección primaria. Fuente: Grupo Riccitelli.

2.4.2 Características de las embarcaciones recolectoras

Como se mencionó anteriormente, para la recolección fluvial, se utilizan distintos tipos de embarcaciones que realizan a su vez distintos recorridos dentro de las Islas del Delta de Tigre. Las cargas diarias transportadas por cada embarcación dependen de su diseño, siendo la capacidad de carga máxima informada por el astillero de cada embarcación. En la *Tabla 2.5* se especifican los distintos tipos de embarcaciones utilizadas para el servicio de recolección de RSU, su cantidad, la cantidad mínima de tripulación requerida para la navegación y la capacidad de carga máxima utilizada por Grupo Riccitelli, en toneladas.

Tabla 2.5: Características de las lanchas utilizadas para la recolección primaria de los RSU de las Islas del Delta de Tigre. Fuente: Grupo Riccitelli.

Embarcaciones	Cantidad	Carga transportada (tn)	Tripulación mínima
<i>Lanchas Cabinada de 9,8 m de eslora</i>	6	6	3
<i>Lanchas Cabinada de 6,2 m de eslora</i>	2	2	2
<i>Lanchas Cabinada de 8 m de eslora</i>	1	4	3
<i>Lanchas Sin Cabina de 6,2 m de eslora</i>	2	2	2
<i>Chatas de 14,7 m de eslora</i>	2	14	3
<i>Chatas de 17,2 m de eslora</i>	1	17	3
<i>Gomones Semirígidos de 4,3 m de eslora</i>	2	0	1
Total	16	93	17

2.4.2.1 Embarcaciones de baja carga

Las embarcaciones de baja carga utilizadas para la recolección de RSU en las Islas del Delta de Tigre fueron construidas, en su mayoría, por el Astillero Benavidez ubicado en Rincón de Milberg perteneciente a la Municipalidad de Tigre. Este astillero es una empresa argentina de fabricación de embarcaciones de trabajo, recreación, transporte y servicios, por lo que también fabrica lanchas utilizadas por Prefectura Naval, lanchas taxi y muchas otras más (Astillero Benavidez). Por otro lado, los motores utilizados para la recolección son de cuatro tiempos con potencia de 40 hp (cuarenta caballos de fuerza), por lo que cuentan con un arranque y andar silencioso. En la *Figura 2.9* se puede observar la lancha cabinada de 9.8 m de eslora.



Figura 2.9: Lanchas Benavidez Cabinadas de 9,8 m de eslora utilizadas por la empresa Grupo Riccitelli para la recolección de RSU de las islas del Delta Tigre. Fuente: Grupo Riccitelli.

2.4.2.2 Embarcaciones de alta carga

Por otro lado, las embarcaciones de alta carga utilizadas en el Delta de Tigre para la recolección de los RSU son las conocidas "Chatas" que vendrían a ser las equivalentes a los camiones en la ciudad (ver *Figura 2.10*). Estas son embarcaciones muy antiguas, construidas entre los años 1970-1990, cuyas plumas se fueron instalando al pasar de los años con el avance de la tecnología. Las mismas pueden soportar cargas de hasta 20 tn dependiendo la eslora y calado. Respecto al motor, cuentan con motores internos de alta potencia, entre 100-170 hp dependiendo el diseño y la función de la embarcación. En el caso de las chatas utilizadas para llevar a cabo el servicio de recolección actual, pueden cargar entre las tres una sumatoria de 45 tn de RSU.



Figura 2.10: Chata de 14,7 m de eslora utilizadas para la recolección de RSU de las islas del Delta Tigre. Fuente: Grupo Riccitelli.

2.5 Turismo en Tigre y sus Islas del Delta

El turismo en las Islas del Delta de Tigre es actualmente la actividad económica principal que desplazó a las actividades agrícola, frutícola y maderera que caracterizó al delta en otras épocas. Históricamente, las Islas han sido una de las zonas utilizadas para descanso más antiguas, dada su belleza natural y su cercanía con la ciudad.

En la actualidad, las Islas del Delta de Tigre cuentan con una variada oferta de opciones recreativas, de hospedaje y de gastronomía, contando con un total de 81 cabañas y hoteles, 42 restaurantes, y 25 campings y recreos, según lo registrado en el año 2010 por la Municipalidad (Fundación Metropolitana, Municipalidad de Tigre, 2012).

Culturalmente, las islas cuentan con el Museo Domingo Faustino Sarmiento, la Casa Museo del escritor Haroldo Conti, el Museo de Arte en el Delta Argentino (MADA) y el Instituto Universitario Ortega y Gasset. Por otro lado, Tigre Centro cuenta con puntos de atracción turística como el Puerto de Frutos, el Paseo Victorica y la Estación Fluvial.

La Secretaría de Turismo de Tigre proporcionó para el presente proyecto, el resultado de las encuestas realizadas a 2.378 turistas del partido durante el periodo de meses Julio 2018 – Febrero 2019. De las mismas, se obtuvo que el 89% de los encuestados visitaba tigre por el día, mientras que el 7% respondió que se quedaban por dos días (2), el 3% de tres (3) a cinco (5) días, y sólo el 1% por más de cinco días (>5).

Por otro lado, respecto a los servicios disfrutados a lo largo de su estadía, mientras que el 62,7% visitó el Puerto de Frutos, un 43,1% afirmó haber realizado excursiones fluviales a las Islas del Delta de Tigre. Además, a la hora de responder porqué eligieron visitar Tigre, como se puede observar en la *Figura 2.11*, un 29% declaró elegirlo por su entorno natural, un 20% por la posibilidad de descanso, un 17% por la variedad de servicios turísticos y un 12% por la cercanía, entre otros. Por último, es importante mencionar que el 100% de los encuestados afirmó que volvería a Tigre.

En conclusión, se destaca que tanto las Islas del Delta de Tigre como la Municipalidad de Tigre en general, son puntos turísticos que hasta la actualidad cuentan con alta demanda turística, encontrándose ésta en constante crecimiento, tratándose de una ubicación cercana y económica, llena de naturaleza y tranquilidad, capaz de hacer la jornada de cualquier turista, una jornada única.



Figura 2.11: Resultados de la pregunta de por qué eligen Tigre como atracción turística. Fuente: Secretaría de Turismo de la Municipalidad de Tigre, periodo 2018-2019.

2.6 Encuesta sobre la situación actual de gestión de RSU

Como parte del presente proyecto, se buscó la comunicación con los isleños de la primera sección de las Islas del Delta, obteniendo así su opinión, conocimientos y críticas respecto a la gestión actual de RSU y sobre la posible gestión futura. Para esto se realizó una encuesta la cual tuvo acceso a 600 habitantes, de los cuales se consiguió la respuesta de un 10%.

Debido a la situación presente durante el año de desarrollo del proyecto (pandemia debido al COVID-19), las encuestas fueron distribuidas de forma online mediante medios de comunicación como Email y Whatsapp. A continuación, se detallará cada pregunta realizada a los habitantes del Delta de Tigre junto con las respuestas correspondientes. En el *Anexo II* se presenta la encuesta realizada.

1. ¿Cuántas personas viven en tu hogar?

El 26,6% de los encuestados, respondió que viven en su hogar dos (2) personas, seguido por un 23,3% que respondió que viven cuatro (4) personas, otro 20% que respondió que viven tres (3) personas en su hogar, un 18,3% que respondió que viven solos, y por últimos, un 8,3% y 3,3% respondieron que viven cinco (5) y seis (6) personas en su hogar respectivamente. A partir de los resultados obtenidos, se obtuvo que en promedio viven tres (3) personas por hogar. En la *Figura 2.12* se pueden observar los resultados obtenidos.

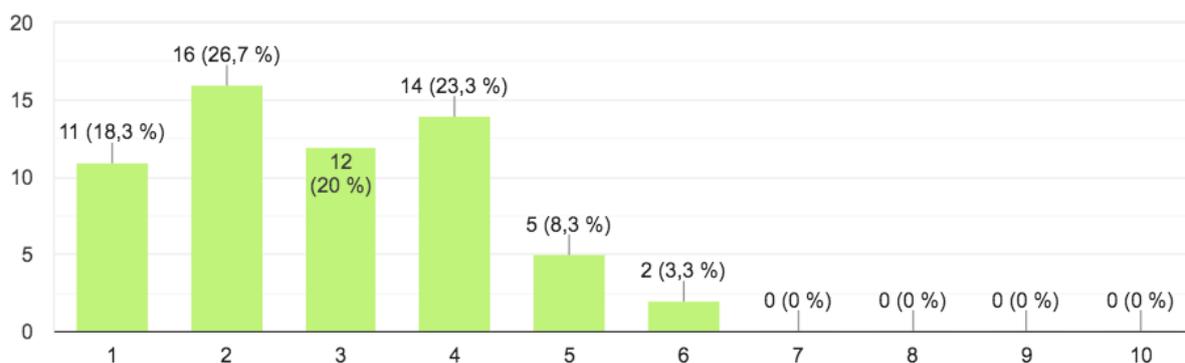


Figura 2.12: Resultados de la pregunta N°1 de la encuesta, gráfico con cantidad de respuestas en el eje X y cantidad de habitantes en el eje Y. Fuente: Elaboración propia.

2. ¿Sobre qué río, canal, arroyo vivís?

Sobre esta pregunta se obtuvieron respuestas muy variadas, apareciendo los Arroyos Espera, Banco, Correa, Rompani, Toro, Reyes, Vuelta de Botella, El Banco, Pajarito, Mojarra, Abra Vieja, Curubica y Doradito, también los Ríos Luján, Carapachay, Urión y Capitán, y el Canal Arias, entre otros. El Arroyo más nombrado fue el Arroyo Espera con ocho respuestas, seguido por el Río Carapachay con cinco respuestas, y el Río Urión junto con los Arroyos Correa, El Banco, Abra Vieja y El Doradito, todos con cuatro respuestas. De esta forma, se obtuvo que la mayoría de las respuestas provinieron de la zona denominada por el presente proyecto como *Zona 1* (ver *Capítulo 4.4.1*). En la *Figura 2.13* se pueden observar los resultados obtenidos.

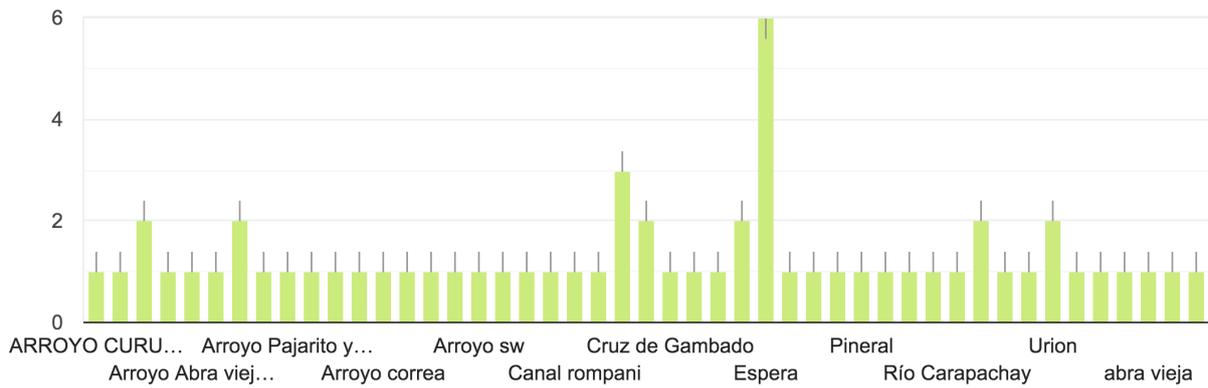


Figura 2.13: Resultados de la pregunta N°2 de la encuesta, gráfico con cantidad de respuestas en el eje X y nombres de arroyos, canales y ríos en el eje Y. Fuente: Elaboración propia.

3. ¿Reciben en tu hogar servicio de recolección de Residuos Sólidos Urbanos (RSU)?

Esta pregunta fue esencial para comprender el porcentaje de habitantes que abarca el servicio actual de recolección de residuos sólidos urbanos en las Islas del Delta de Tigre. De las respuestas se obtuvo que un 78,3% de los encuestados cuentan con servicio de recolección de RSU, mientras que el restante 21,7% no, teniendo que encargarse personalmente de su gestión. En la Figura 2.14 se pueden observar los resultados obtenidos.

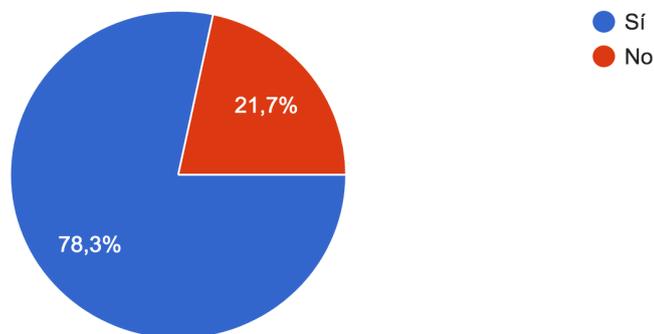


Figura 2.14: Resultados de la pregunta N°3 de la encuesta. Fuente: Elaboración propia.

4. ¿Cuántas veces por semana pasa la lancha recolectora por tu hogar?

Un 45% de los habitantes encuestados respondió que cuenta con una recolección de RSU de tres (3) veces a la semana, seguido por un 20% que respondió que la recolección es de solo una (1) vez a la semana y un 11,7% que respondió que la misma es de dos (2) veces a la semana. Por otro lado, un 18,3% respondió que la recolección es nula, lo cual se relaciona con la pregunta anterior. En la Figura 2.15 se pueden observar los resultados obtenidos.

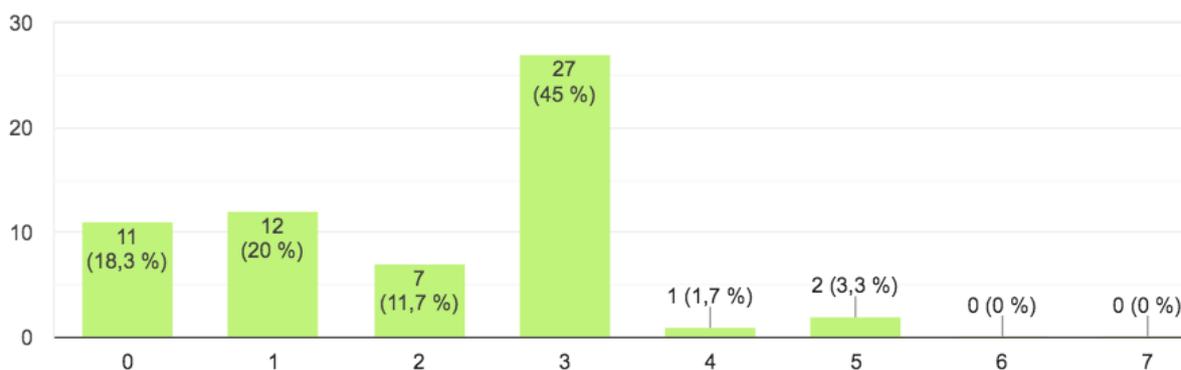


Figura 2.15: Resultados de la pregunta N°4 de la encuesta, gráfico con cantidad de respuestas en el eje X y días de la semana en el eje Y. Fuente: Elaboración propia.

5. ¿Cuántas veces a la semana llenas una bolsa de residuos para sacar del hogar?

Respecto a la frecuencia de llenado de una bolsa de residuos, la mayoría respondió que lo hacen una vez a la semana (41,7%), mientras que otro 21,7% respondió que llenan una bolsa de residuos dos (2) veces a la semana, seguido por un 13,3% que respondió que lo hacen tres (3) veces a la semana. También, se obtuvieron en bajos porcentajes respuestas como cuatro (4), cinco (5), seis (6), siete (7) y hasta ocho (8) veces por semana. En la Figura 2.16 se pueden observar los resultados obtenidos.

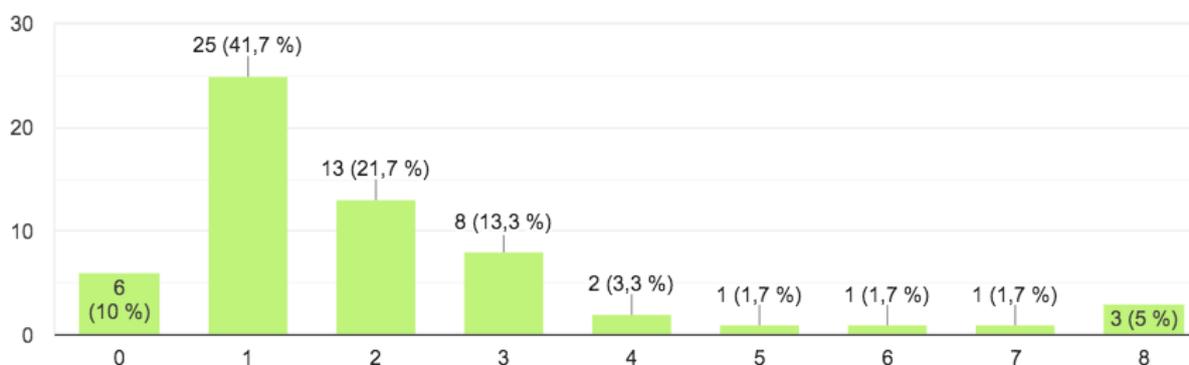


Figura 2.16: Resultados de la pregunta N°5 de la encuesta, gráfico con cantidad de respuestas en el eje X y cantidad de veces de llenado de bolsas de residuos en el eje Y. Fuente: Elaboración propia.

6. ¿Qué sistema utilizas para almacenar los residuos hasta ser recolectados o llevados al continente?

Como sistema de almacenamiento transitorio de los residuos hasta ser, tanto recolectados por las lanchas recolectoras, como transportado al continente por el residente, un 46,7% de los isleños participantes respondió que utilizan bolsas grandes (50l), mientras que otro 38,3% afirma utilizar bolsas pequeñas (10l).

Por otro lado, también se obtuvieron respuestas, en bajos porcentajes, como utilización de tachos plásticos (3,3%), tachos de madera (5%), cajas de madera (1,7%), y algunas respuestas sobre distintos proyectos de gestión individual in situ de los residuos generados mediante la implementación de compost, botellas de amor y reciclaje. En la *Figura 2.17* se pueden observar los resultados obtenidos.



Figura 2.17: Resultados de la pregunta N°6 de la encuesta. Fuente: Elaboración propia.

7. Si usas bolsas, ¿Cómo las disponés para que sean recolectadas?

Como sistema de disposición inicial de los residuos, un 41,7% de los encuestados respondió que cuelgan o apoyan las bolsas directamente en el muelle, mientras que otro 26,7% respondió que las disponen en tachos que tienen instalados en el mismo (contenerización de los residuos). Además, un 18,3% respondió que trasladan personalmente sus residuos hasta el continente, lo cual nuevamente coincide con las respuestas anteriores sobre la falta de acceso al servicio de recolección municipal. En la *Figura 2.18* se pueden observar los resultados obtenidos.



Figura 2.18: Resultados de la pregunta N°7 de la encuesta. Fuente: Elaboración propia.

8. ¿Separás los residuos reciclables?

Respecto al hábito de separación en origen de la corriente de residuos reciclables sobre la corriente restos, un 51,7% de los isleños participantes respondió que ya lo tienen incorporado. Por otro lado, un 36,7% respondió que actualmente no realizan separación de

los reciclables pero que les gustaría comenzar a hacerla, y por último, un 8,3 % respondió que no realizan separación, sin aclaraciones de interés alguno en empezar a hacerlo, mientras que un 3,3% respondió que directamente prefieren disponer todos los residuos juntos sin diferenciación. Vale aclarar que ningún encuestado respondió no tener conocimiento del significado de residuos reciclables. Esto es muy importante ya que establece una buena línea de base sobre la cual continuar educando a futuro sobre la separación de residuos para la implementación del presente proyecto. En la *Figura 2.19* se pueden observar los resultados obtenidos.

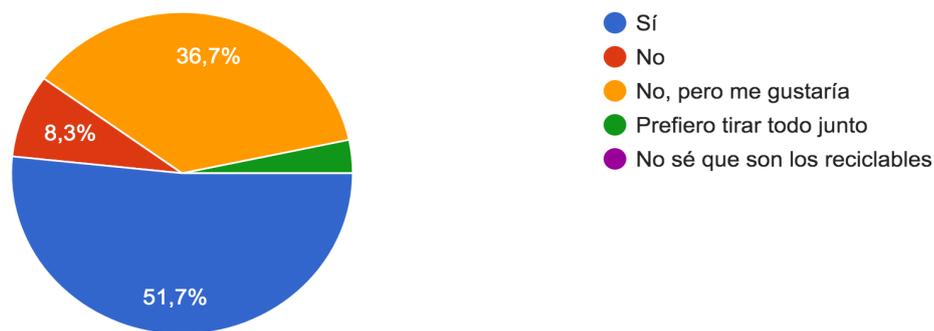


Figura 2.19: Resultados de la pregunta N°8 de la encuesta. Fuente: Elaboración propia.

9. ¿Sabés qué son los RAEEs (residuos de aparatos eléctricos y electrónicos)?

El 66,7% de los participantes respondió que saben lo que son los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, mientras que el restante 33,3% respondió que no. Este resultado es muy positivo, considerando que dos tercios de los encuestados respondieron estar al tanto de esta corriente de residuos. En la *Figura 2.20* se pueden observar los resultados obtenidos.

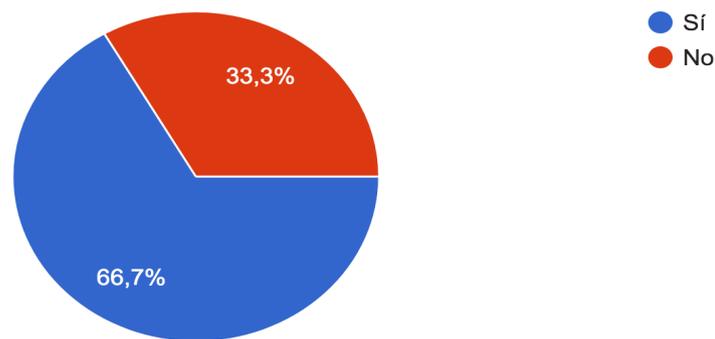


Figura 2.20: Resultados de la pregunta N°9 de la encuesta. Fuente: Elaboración propia.

10. ¿Cada vez que generas RAEEs, cómo los disponés?

Sobre la gestión y disposición de los RAEEs por parte de los residentes, un 50% respondió que los llevan personalmente al continente y lo disponen allí, seguido por un 23,3% que respondió que no generan este tipo de residuos. Por otro lado, un 8,3% respondió que los

disponen con el resto de los residuos, sin separación, y otro 6,7% afirma que los dejan en la tierra directamente hasta que alguien los recoja o a que simplemente se los lleve la marea. Por último, un 5% respondió que los almacenan en sus casas hasta juntar un importante volumen para entregar a alguna organización que los reciba y trate correctamente, pero que todavía no saben a dónde llevarlos. En la *Figura 2.21* se pueden observar los resultados obtenidos.



Figura 2.21: Resultados de la pregunta N°10 de la encuesta. Fuente: Elaboración propia.

11. ¿Sabés qué es el Compostaje?

A la hora de responder sobre sus conocimientos respecto al tratamiento de residuos orgánicos mediante compostaje, un 56,7% respondió que no solo saben lo que es, sino que además ya realizan compostaje en sus hogares con sus residuos. Por otro lado, un 31,6% respondió que también están al tanto pero que no lo realizan en sus hogares, de los cuales un 8,3% respondió que les gustaría empezar. También se obtuvo un 10% que afirma no saber lo que es el compostaje, pero que les gustaría aprender, mientras que solo una persona dice no saber ni querer aprender sobre el mismo. En conclusión, se cuenta con que un 75% de los participantes de la encuesta realizan o desean realizar compostaje en sus hogares, mientras que el restante 25% en su mayoría sabe lo que es pero no realizan ni se proyectan realizando esta actividad en sus hogares. En la *Figura 2.22* se pueden observar los resultados obtenidos.

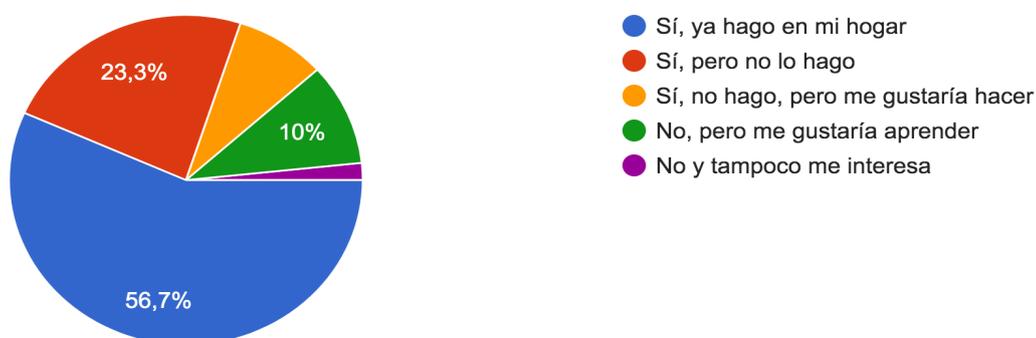


Figura 2.22: Resultados de la pregunta N°11 de la encuesta. Fuente: Elaboración propia.

12. ¿Sabías que en el hogar generamos algunos residuos que son peligrosos para el ambiente y la salud?

Respecto a los residuos peligrosos de origen domiciliario, un 85% de los encuestados respondió que está al tanto de los mismos y su impacto negativo tanto en el ambiente como en la salud de los habitantes, mientras que el restante 15% no. En la *Figura 2.23* se pueden observar los resultados obtenidos.

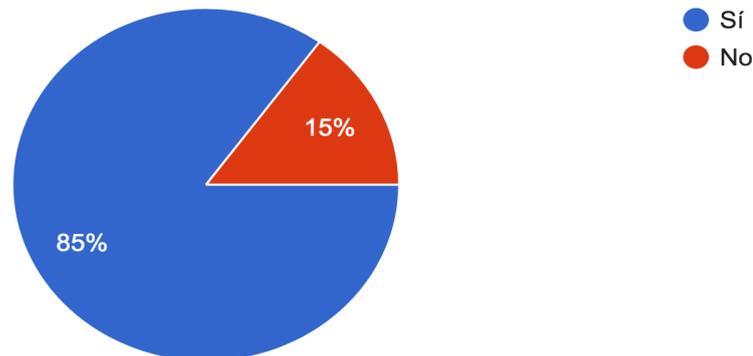


Figura 2.23: Resultados de la pregunta N°12 de la encuesta. Fuente: Elaboración propia.

13. ¿Qué residuos te gustaría separar? (Si ya separás, marcá cuales)

El objetivo de esta pregunta fue conocer qué corrientes de residuos les gustaría separar a los habitantes del Delta de Tigre, para tener luego esto en consideración a la hora de planear el presente proyecto. Como respuesta se obtuvo que un 95% desea separar los residuos reciclables, de los cuales un 78,4% además desea separar los residuos orgánicos, otro 53,4% desea separar también residuos peligrosos domiciliarios como pilas y aceite vegetal usado, y por último solo un 30% desea incluir en la separación inicial de residuos a los RAEEs. Por otro lado, el restante 5% afirma no querer separar ningún residuo. En la *Figura 2.24* se pueden observar los resultados obtenidos.



Figura 2.24: Resultados de la pregunta N°13 de la encuesta. Fuente: Elaboración propia.

14. Marcá que tipos de recolección de residuos por parte de la municipalidad existen en tu hogar.

Para diagnosticar mejor la situación actual sobre la recolección de residuos en las Islas del Delta de Tigre, se pidió a los encuestados que marquen qué tipos de corrientes de residuos se recolectan de forma diferenciada por su hogar. Fue así que se obtuvo que un 85,1% cuenta con una recolección de residuos sin separación, mientras que un 18,3% afirma contar también con una recolección de reciclables, otro 13,3% con recolección de RAEEs y un 21,7% y 10% afirman tener también recolección de residuos de Poda y Jardín, y de Construcción y Demolición, respectivamente. En la *Figura 2.25* se pueden observar los resultados obtenidos.

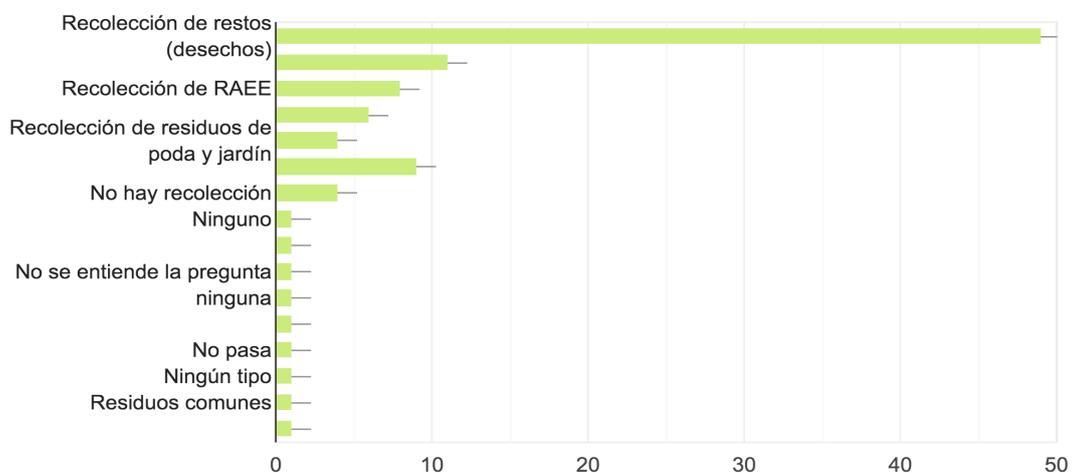


Figura 2.25: Resultados de la pregunta N°14 de la encuesta, gráfico con opciones de respuestas en el eje X y cantidad de las mismas obtenidas en el eje Y. Fuente: Elaboración propia.

15. ¿Te interesa el cuidado del ambiente natural?

Entre las últimas preguntas realizadas, se les preguntó a los isleños si se ven interesados por el cuidado ambiental, y se obtuvo que un 98,3% respondió que sí, mientras que solo una persona respondió que más o menos. En la *Figura 2.26* se pueden observar los resultados obtenidos.

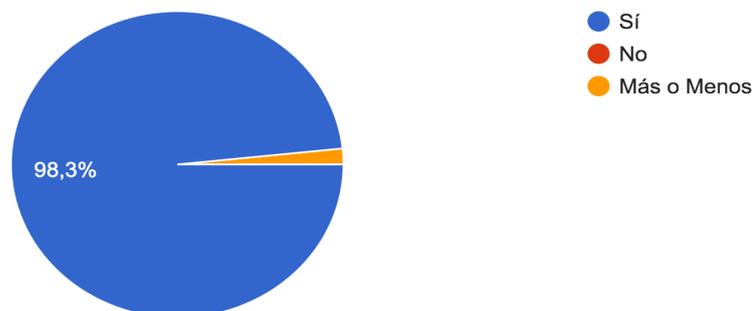


Figura 2.26: Resultados de la pregunta N°15 de la encuesta. Fuente: Elaboración propia.

16. ¿Sabías que la incorrecta gestión de residuos genera un impacto negativo en el ambiente, contaminando el agua, el suelo y la atmósfera?

Sobre los impactos negativos sobre el ambiente natural relacionados a la incorrecta o falta de gestión de residuos sólidos urbanos, la totalidad de los encuestados respondió que están al tanto de los mismos. En la *Figura 2.27* se pueden observar los resultados obtenidos.

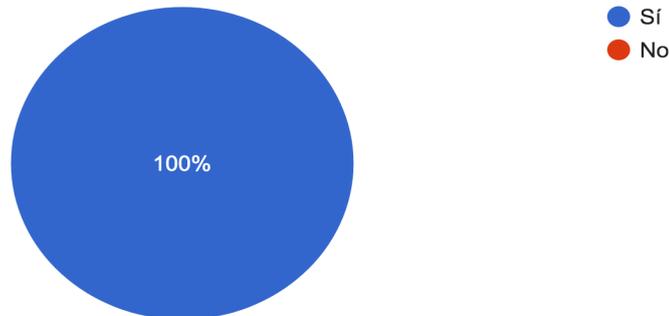


Figura 2.27: Resultados de la pregunta N°16 de la encuesta. Fuente: Elaboración propia.

17. ¿Sabías que la incorrecta gestión de residuos también puede afectar a nuestra salud?

Respecto a los impactos negativos sobre la salud relacionados a la incorrecta o falta de gestión de residuos sólidos urbanos, todos los encuestados, menos uno, respondieron estar al tanto. En la *Figura 2.28* se pueden observar los resultados obtenidos.

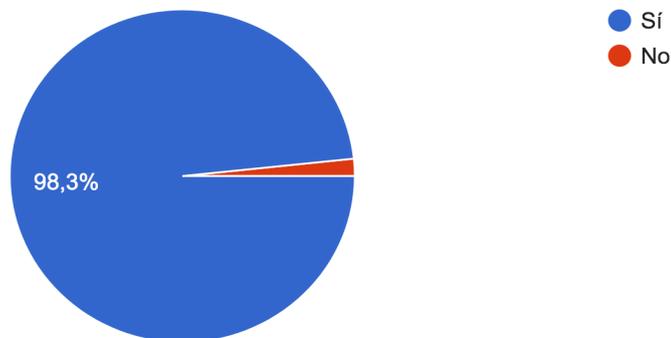


Figura 2.28: Resultados de la pregunta N°17 de la encuesta. Fuente: Elaboración propia.

18. ¿Te gustaría que tu municipio realice una recolección diferenciada de residuos?

Por último, se les preguntó a los residentes de las Islas del Delta de Tigre si les gustaría contar con una recolección diferenciada de sus residuos, y un 93% de los encuestados respondió afirmativamente, mientras que solo tres personas respondieron que tal vez y una persona afirmó no estar interesado. En la *Figura 2.29* se pueden observar los resultados obtenidos.

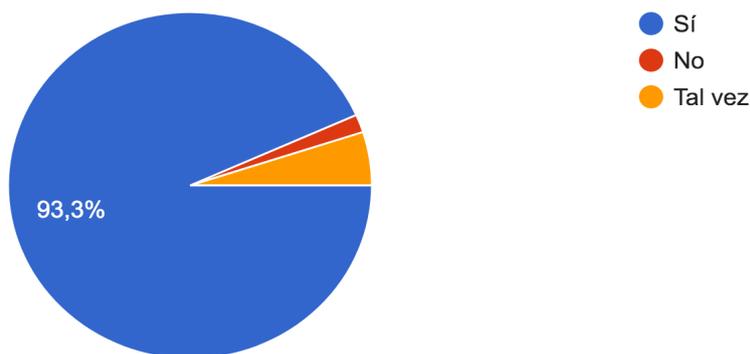


Figura 2.29: Resultados de la pregunta N°18 de la encuesta. Fuente: Elaboración propia.

2.6.1 Opiniones de los encuestados sobre la gestión actual de los RSU en las Islas del Delta de Tigre

Además de las preguntas desarrolladas previamente, se les brindó a los encuestados un espacio para comentar de forma voluntaria su opinión al respecto de la recolección actual de los residuos sólidos urbanos por parte del Municipio de Tigre sobre las Islas del Delta. A continuación, se presentan en la *Tabla 2.6* veinte distintas opiniones de los residentes del Delta sobre esta temática.

Tabla 2.6: Opiniones de los residentes sobre la recolección de residuos actual en las Islas del Delta de Tigre. Fuente: Elaboración propia.

¿Qué problemas detectás en la recolección de residuos actual y qué te gustaría mejorar?
<i>A veces no pasan y no es por bajamar en verano</i>
<i>Me gustaría separar para reciclado</i>
<i>Aumentar la frecuencia</i>
<i>La frecuencia</i>
<i>Debería haber menos recolección, y más educación, porque si bien el isleño tiene conciencia muchas veces no tiene la idea o el recurso para aplicar reciclaje. La basura que se genera es poca, porque todo lo orgánico se tira en las plantas y las sobras de carne al río. Con lo cual lo que queda es todo lo reciclable. Y la segunda, mucho más importante, que se obligue a los muelles a tener tachos en altura para que cuando suba el agua no termine todo en el río. (además de que los perros rompan las bolsas).</i>
<i>El Delta necesita una recolección organizada de todos los residuos no compostables. Lo orgánico se puede tirar por la ventana a la naturaleza. Hay heladeras, lavarropas, cocinas viejas, televisores y todo tipo de cosas viejas flotando los días de marea! Cualquiera paga un flete para traer la heladera nueva pero no paga para llevársela cuando ya no sirve. Usa la Plata para comprar otra. Las estufas eléctricas de aceite pcv súper cancerígenas!!!</i>

<i>Pasan a cualquier hora, las bolsas suelen colgar de los muelles, algunas no llegan al bote ya que caen al río, después cuando pasa el bote de la basura se ve que caen bolsas en el río. Por ese motivo empezamos a llevar nuestra bolsa (que era chica a continente) hasta que un día (hace año y medio) dejamos de tener tacho. Ahora tenemos un hogar cero basura.</i>
<i>La recolección es generalizada, y hay habitantes que aún tienen hábitos no muy favorables. Se debería por lo menos hacer recolección diferenciada de algunos materiales. Desde mi proyecto, la REsiduoteca, trabajo en la concientización y en promoción de acciones de reducción y reutilización, así como investigación en técnicas de reciclado.</i>
<i>Sería bueno que junten lo que se les cae o pasa flotando por el río que es mucho. Que hagan algo con las lanchas colectivas y almaceneras que tiran absolutamente todo al río. Y que eduquen a la gente que vive en la isla que por lo que observó, por más que pase el basurero tiran todo al río.</i>
<i>Que por mi arroyo pasan cuando quieren, antes ni levantaban las bolsas del muelle e incluso ellos mismos las enganchan y las rompen cuando las cargan y dejan toda la basura desparramada. Me gustaría que se llevaran todo tipo de residuos incluyendo electrodomésticos que ya no andan.</i>
<i>No debe pasar nadie con lanchas ya que no es sustentable y es deficiente el servicio, un negocio que gane el recolector, no sirve pues no educa al vecino ni genera cultura de cuidado ambiental, es propaganda xa el municipio y negocio xa Massa y Richitelli (contratista).</i>
<i>Que se dispongan los medios adecuados para dar curso lógico y sostenible a la recolección integral de residuos. Que se disponga de recursos estatales para campañas propagandísticas de educación y concientización.</i>
<i>Que levante los restos del tacho del muelle municipal..se llevan las bolsas de residuos..pero quedan desechos aún y uno termina de limpiar lo que queda tirado en el tacho..</i>
<i>La frecuencia de recolección no es constante. No veo que los residuos de otros se separen, no estoy seguro de que se haga luego de la recolección.</i>
<i>No hay separación de residuos, ni educación ambiental para la separación. La empresa tira todo junto y desincentiva la separación de la población.</i>
<i>Me gustaría que el municipio se organice para que la recolección de residuos sea a conciencia para que se pueda reciclar más fácil.</i>
<i>Falta de capacitación y organización, debate comunal acerca de la problemática. Conciencia de consumo.</i>
<i>Se junta mucha basura, (sería bueno una mejor organización) más tachos, más días de recolección.</i>
<i>La indiferenciación de residuos por tipo y el destino final de los desechos.</i>
<i>Los perros rompen las bolsas cae plástico al río y vuelan bolsas.</i>
<i>No sé concientizar realmente ni municipalidad ni educación.</i>
<i>Falta de tachos. Están en sitios puntuales y distanciados.</i>
<i>Cuando hay bajante no pasan los recolectores.</i>
<i>No pasan cuando hay bajante, falta dragado.</i>
<i>Que me retiren pilas y baterías.</i>
<i>Hasta ahora no tuve problemas.</i>
<i>Que lleguen a mi domicilio.</i>

<i>Falta recolección de raee.</i>
<i>No detecto problemas.</i>
<i>Su inexistencia.</i>
<i>Se mezcla todo.</i>
<i>Ninguno.</i>
<i>Ninguno.</i>
<i>Muchos.</i>

2.6.2 Conclusiones de la Encuesta

A partir de las respuestas obtenidas de la encuesta realizada, se logra concluir que la totalidad de los encuestados está al tanto del significado de residuos reciclables, existiendo un 51,7% que ya realiza una separación en origen de esta corriente de residuos en sus hogares, junto con un 36,7% que desearía empezar a hacerlo. Además, un 88,3% afirmó saber lo que significa el proceso de Compostaje, contando con un 56,7% que ya realiza este proceso de forma domiciliar. Es así que se concluye que el panorama actual presenta una sólida base para avanzar hacia una separación inicial en origen de las distintas corrientes de residuos, seguida por una recolección fluvial diferenciada, destacando además, que el 93% de los encuestados respondió estar interesado en una recolección diferenciada de residuos por parte del municipio.

Por otro lado, se obtuvo que el 85% de los encuestados utiliza bolsas como sistema de almacenamiento transitorio de los residuos, mientras que menos del 15% cuenta con una contenerización inicial mediante tachos plásticos o de madera. Esto confirma la actual problemática existente alrededor de los residuos en las Islas del Delta de Tigre, la cual también se logra percibir mediante las opiniones realizadas por los encuestados, detalladas en la *Tabla 2.6*.

Además, es importante mencionar que según las respuestas obtenidas en la pregunta N°3, no todos los habitantes de las Islas del Delta de Tigre cuentan actualmente con acceso al servicio de recolección fluvial de RSU, por lo que, a lo largo del trabajo, se deberán buscar soluciones y alternativas para revertir esta situación.

Por último, se resalta que aproximadamente el 100% de los encuestados afirma estar interesado en el cuidado ambiental.

2.7 Diagnóstico del territorio de estudio: Sudestadas

Como se mencionó anteriormente, las Islas del Delta del Río Paraná se formaron debido a que este río al desembocar sobre el Río de la Plata deposita allí parte de la carga sedimentaria que transporta. Es así como se produce una constante acumulación de los depósitos aluviales, generando un crecimiento activo de islas (Medina, 2016). En particular, las Islas del Delta de Tigre, al ubicarse en su totalidad sobre el tramo inferior del Delta del Paraná, cuentan con un frente de avance dinámico el cual tiene características distintas al resto de las islas más maduras.

Por esta razón, la zona Sureste de las Islas del Delta, se ve más afectada aún por la acción de las mareas eólicas y lunares, que el resto del territorio. De todas formas, la totalidad de las Islas son inundables, tratándose de un ambiente de humedal, con flora y fauna adaptada a esta situación.

El Río de la Plata presenta un régimen de mareas lunares relacionadas al régimen de mareas marino, las cuales tienen una amplitud normal de aproximadamente 1 m dos veces al día, siendo de tipo semidiurnas, contando con dos pleamares y dos bajamares por día. Pero también, este río cuenta con un régimen de mareas eólicas, las cuales pueden elevar el nivel de las aguas hasta 2,5 y 3 m por sobre el nivel medio y su duración puede ser de horas hasta un par de días (Iriondo, Scotta, 1979).

La sudestada es un fenómeno meteorológico común a una extensa región del Río de la Plata, caracterizado por vientos fríos y fuertes en dirección SE, acompañados de nubes y lluvias. Los vientos ingresan por el estuario del Río de la Plata, empujando sus aguas hacia el área costera de Buenos Aires, interfiriendo con su normal desagüe y produciendo importantes inundaciones, dificultando además el drenaje de cauces menores (INTA, 2010). Si esta situación se combina con precipitaciones locales o aporte de agua de la alta cuenca, se pueden dañar e inundar extensas regiones complicando la evacuación de las mismas aguas abajo.

Según el estudio realizado por Gustavo Escobar para el *International Journal of Climatology* en el 2004 sobre sudestadas en el Río de la Plata, tal como se ve en la *Figura 2.29*, la distribución anual de sudestadas resulta en una mayor frecuencia durante el verano que durante el invierno, contando con dos picos máximos, uno en verano (durante febrero y marzo principalmente) y otro a principios de la primavera (septiembre y octubre) (Escobar, G., Vargas, W., Bischoff, S., 2004).

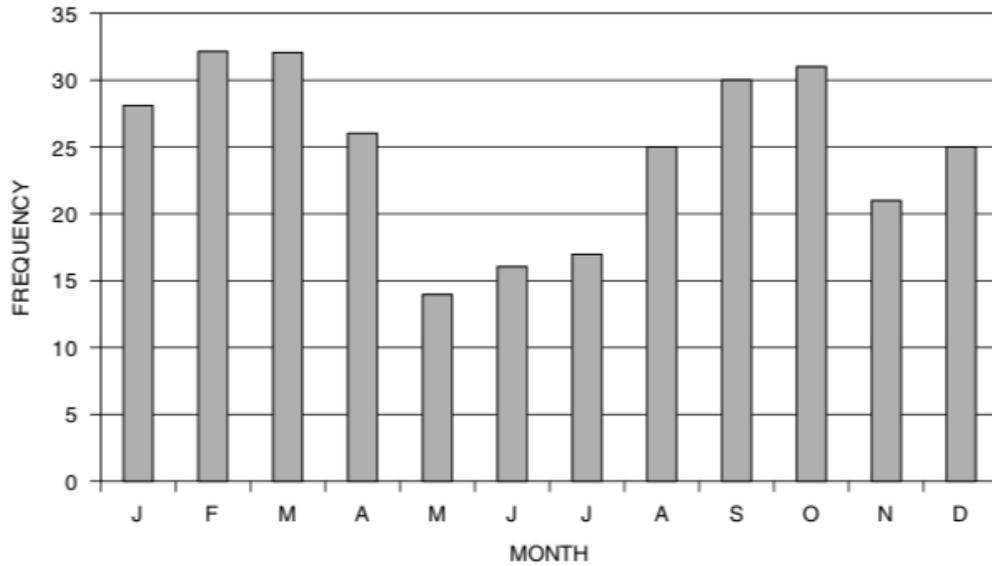


Figura 2.29: Distribución anual de sudestadas en el Río de la Plata, con mareas por encima de 1.6 m.
Fuente: Escobar, G., Vargas, W., Bischoff, S., 2004.

Por otro lado, también se estudiaron las frecuencias de sudestadas a lo largo de las cinco décadas entre los años 1950 y 2000. Es así como mediante la *Figura 2.30* se puede observar que la media de frecuencias es de aproximadamente 60 eventos cada 10 años, lo que lleva a un promedio de 6 sudestadas importantes, con mareas eólicas mayores a 1.6 m, por año. Además, es importante resaltar como desde el año 1960, la frecuencia de sudestadas se encontró en un constante aumento, pasando de 44 casos en 1960-1970 a 79 casos en 1990-2000 (Escobar, G., Vargas, W., Bischoff, S., 2004).

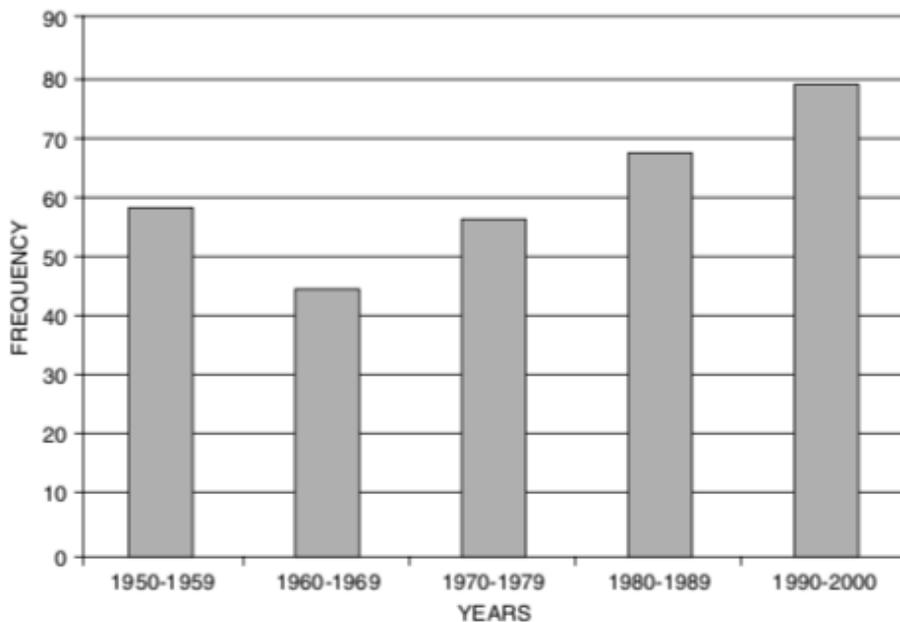


Figura 2.30: Distribución de sudestadas en el Río de la Plata a lo largo de cinco décadas (1950-2000), con mareas por encima de 1.6 m. Fuente: Escobar, G., Vargas, W., Bischoff, S., 2004.

Por último, se agrega que el estudio también cuenta con un análisis de la distribución de sudestadas según la altura de la marea en metros, a lo largo de los ya mencionados 50 años. En la Figura 2.31 se observa que la distribución tiene una media de 1.93 m, un mínimo de 1.61 m (siendo esta la altura que define si se trata de sudestadas o no), y un máximo de 3.48 m. Además, se puede observar que la ocurrencia de sudestadas mayores a 3 m es muy baja, contando con una probabilidad de aproximadamente 1% según Escobar, existiendo solo 3 casos en 50 años. Por otro lado, la probabilidad de sudestadas entre 2 y 3 m tiene una probabilidad mayor al 15%, siendo la frecuencia media una vez por año (Escobar, G., Vargas, W., Bischoff, S., 2004).

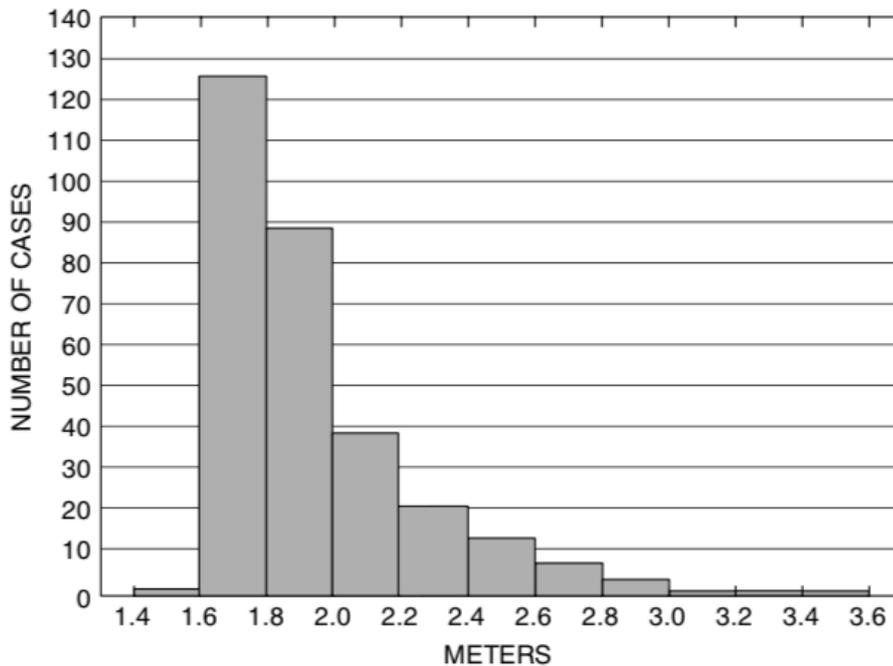


Figura 2.31: Cantidad de casos de sudestadas según altura de mareas eólicas. Fuente: Escobar, G., Vargas, W., Bischoff, S., 2004.

Dentro de este contexto es que se decidió realizar un análisis de la situación particular en las Islas del Delta de Tigre, y lograr observar cómo se ven afectados los hogares durante estos eventos. Es así como a continuación, se desarrolla el estudio de afectación de sudestadas importantes sobre las Islas del Delta de Tigre realizado durante el mes de octubre del 2020, durante el cual se presentaron dos importantes sudestadas, una el 2/10 y otra el 20/10. Para ambos días se obtuvo evidencia fotográfica de las inundaciones generadas en viviendas situadas en dos puntos distintos de las Islas.

→ **Sudestada 2/10/2020:** En la *Figura 2.32* se presenta el pronóstico del día estudiado, contando con la dirección e intensidad del viento por Windguru, encontrándose éste del SE a 19 nudos, con rachas de hasta 30 nudos, la tabla de mareas provista por el Servicio de Hidrografía Naval (SHN), y el pronóstico mareológico exacto para el día de la fecha, contemplando tanto la tabla de mareas como la acción meteorológica.

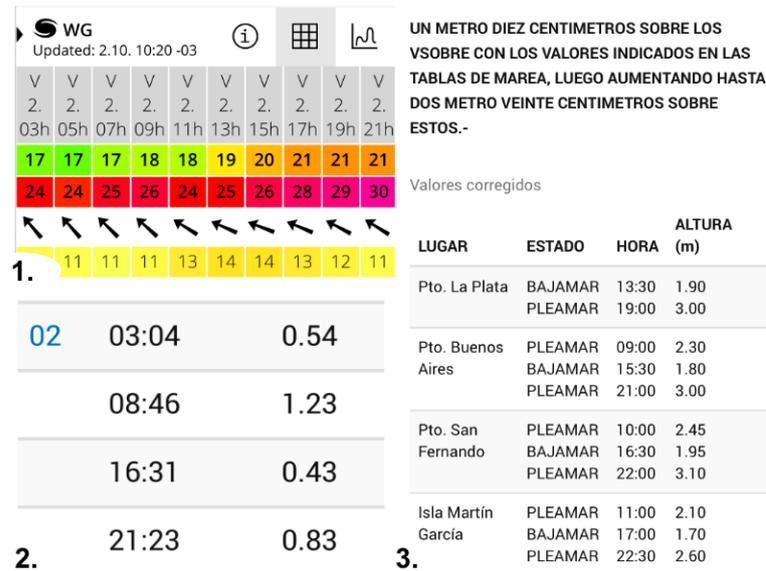


Figura 2.32: Pronóstico del día 2 de Octubre del 2020: 1. Dirección e intensidad del viento, Fuente: Windguru; 2. Tabla de Mareas, Puerto de San Fernando, Fuente: Servicio de Hidrografía Naval; 3. Pronóstico Mareológico para el Río de la Plata, Fuente: Servicio de Hidrografía Naval, 2020.

Durante la primera pleamar, momento en el cual el nivel del agua alcanza su pico máximo, se capturó la situación de lo ocurrido en dos viviendas en el frente de avance del Delta de Tigre (ver *Figuras 2.33* y *2.34*) y otra en una zona más madura de las Islas (ver *Figura 2.32*). A partir de estas se logró observar la gran diferencia de afectación por sudestada dependiendo la ubicación del hogar.

Por un lado, se notó como las viviendas ubicadas en el frente de avance de las Islas el suelo desaparece completamente, inundándose el territorio por completo, mientras que las ubicadas en zonas de islas más maduras, cuentan con pérdida parcial del muelle y pequeños charcos dentro del territorio. A continuación, en las *Figuras 2.32*, *2.33* y *2.34*, se pueden observar las diferencias de afectación descriptas.



Figura 2.33: Fotografías durante sudestada 02/10/20 en vivienda ubicada en el frente de avance del Delta, zona Sureste de las Islas del Delta de Tigre. Fuente: Iane Vulkosich, 2020.



Figura 2.34: Fotografías durante sudestada (02/10/20) en vivienda ubicada en el frente de avance del Delta, zona Sureste de las Islas del Delta de Tigre. Fuente: Leila Peluso, 2020.



Figura 2.35: Fotografías durante sudestada (02/10/20) en vivienda ubicada en zona Noroeste del las Islas del Delta de Tigre. Fuente: Tomás Peluso, 2020.

→ **Sudestada 20/10/2020:** En la *Figura 2.36* se presenta el pronóstico del segundo día estudiado, contando nuevamente con la dirección e intensidad del viento por Windguru, encontrándose éste del SE a 18 nudos, con rachas de hasta 30 nudos, la tabla de mareas provista por el Servicio de Hidrografía Naval (SHN), y el pronóstico mareológico exacto para el día de la fecha, contemplando tanto la tabla de mareas como la acción meteorológica. A diferencia del caso anterior estudiado, en este pronóstico se cuenta además con lluvias, llegando a 2.1 mm/hora por la mañana.



1.	20	05:16	0.34
		10:37	1.28
		17:46	0.44
2.		22:42	1.30

RIO DE LA PLATA INTERIOR:

Corrección a las alturas de la Tablas de Marea para los puertos de La Plata, Buenos Aires, San Fernando e Isla Martín García.

UN METRO OCHENTA CENTIMETROS SOBRE LOS VALORES INDICADOS EN LAS TABLAS DE MAREA, LUEGO DISMINUYENDO HASTA SETENTA CENTIMETROS SOBRE ESTOS.-

Valores corregidos

LUGAR	ESTADO	HORA	ALTURA (m)
Pto. La Plata	PLEAMAR	09:30	2.90
	BAJAMAR	15:00	1.30
	PLEAMAR	20:00	2.10
Pto. Buenos Aires	PLEAMAR	11:30	2.90
	BAJAMAR	17:00	1.20
	PLEAMAR	22:00	1.90
Pto. San Fernando	PLEAMAR	12:30	3.00
	BAJAMAR	18:00	1.40
	PLEAMAR	23:00	2.10
Isla Martín García	PLEAMAR	13:00	2.30
	BAJAMAR	18:30	1.00
	PLEAMAR	23:30	1.60

3.

Figura 2.36: Pronóstico del día 20 de Octubre del 2020: 1. Dirección e intensidad del viento, Fuente: Windguru; 2. Tabla de Mareas, Puerto de San Fernando, Fuente: Servicio de Hidrografía Naval; 3. Pronóstico Mareológico para el Río de la Plata, Fuente: Servicio de Hidrografía Naval, 2020.

Para este caso, se capturó nuevamente lo sucedido durante la primera pleamar. La *Figura 2.37* muestra la situación de una vivienda ubicada sobre el frente de avance del Delta de Tigre, la misma vivienda que se estudió en el caso anterior. En ésta se observa como la sudestada logró nuevamente inundar todo el territorio, encontrándose esta vez con una altura del nivel del agua mayor a la observada la vez anterior (ver *Figura 2.33*), llegando a 80 cm sobre el nivel del suelo. Esto se debe por un lado a la acción de la lluvia, constante desde el día previo, y por otro lado a que la primera pleamar del día estudiado fue más alta que la segunda, por lo que la altura del agua visible en la *Figura 2.37*, fue la máxima del día, mientras que en el día 2/10/2020, la mayor pleamar fue la segunda, y por lo tanto, la altura del agua observable en la *Figura 2.33* no fue la máxima del día.

Por otro lado, nuevamente se logró ver en este caso la diferencia de afectación de la sudestada dependiendo la zona del Delta de Tigre en la que se encuentre la vivienda. La *Figura 2.38* es de la misma vivienda que la de la *Figura 2.35*, estudiada previamente, ubicada en la zona Noroeste del Delta de Tigre. En este caso se puede apreciar como la altura del nivel del agua observable también es mayor a la alcanzada el día 2 de octubre. Esto se debe a la misma razón explicada para el caso de la vivienda anterior. En este caso la altura máxima de agua sobre el nivel del suelo alcanzada fue de 30 cm. A continuación, en las *Figuras 2.37* y *2.38*, se pueden observar las diferencias de afectación descriptas.



Figura 2.37: Fotografías durante sudestada 20/10/20 en vivienda ubicada en el frente de avance del Delta, zona Sureste de las Islas del Delta de Tigre. Fuente: Iane Vulkosich.



Figura 2.38: Fotografías durante sudestada 20/10/20 en vivienda ubicada en zona Noroeste de las Islas del Delta de Tigre. Fuente: Tomás Peluso.

2.8 Marco regulatorio

2.8.1 Nivel Supranacional

En virtud de lo dispuesto por la Constitución Nacional (Art. 75) debe atenderse al sistema de normas convencionales supranacionales a las que ha adherido la República Argentina. Es así que se consideran las normas enunciadas a continuación.

- **Convención Ramsar "Protección de los Humedales"**. Tratado intergubernamental relativo a los Humedales de importancia internacional, firmado en Ramsar, Irán (1971). Promueve la conservación y el uso racional de los humedales.
- **Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC)**. Tratado internacional sobre el medio ambiente cuyo objetivo es estabilizar la concentración de gases de efecto invernadero de la atmósfera a un nivel que evite una interferencia antropogénica peligrosa con el sistema climático.
- **Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB)**. Tratado internacional cuyos objetivos son la conservación de la diversidad biológica, la utilización sostenible de

sus componentes y la participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos.

2.8.2 Nivel Nacional

- **Constitución Nacional. Art. 41:** Consagra el derecho a un ambiente sano, prescribe la obligación de recomponer el daño ambiental y establece que corresponde a la Nación dictar las normas que contengan los presupuestos mínimos de protección ambiental, y a las provincias las necesarias para complementarlas. **Art. 43:** Amplía la protección ambiental federal y de este modo legitima la acción de toda persona que se sienta afectada en el ejercicio de su derecho, al defensor del pueblo y a las asociaciones vinculadas a la preservación ambiental a la eventual interposición de la acción de amparo. **Art. 124:** Determina que los recursos naturales existentes en su territorio son dominio originario de las provincias. **Art. 75, inc. 17:** Establece la necesidad de asegurar la participación de las pueblos originarios en la gestión de sus recursos naturales o demás intereses que los afecten.
- **Ley N° 25.675 “Ley General del Ambiente”.** Es la Ley Marco Ambiental a nivel Federal, establece bases y principios esenciales en la materia. Además instituye los presupuestos mínimos para el logro de una gestión sustentable y adecuada del ambiente, la preservación y protección de la diversidad biológica y la implementación del desarrollo sustentable.
- **Ley N° 25.916 “Residuos Sólidos Domiciliarios”.** Establece los presupuestos mínimos de protección ambiental para la gestión integral de los residuos domiciliarios, sean éstos de origen residencial, urbano, comercial, asistencial, sanitario, industrial o institucional, con excepción de aquellos que se encuentren regulados por normas específicas.
- **Ley N° 22.351 “Ley de Parques Nacionales, Monumentos Naturales y Reservas Nacionales”.** Establece los procedimientos para la declaración de los mismos, mencionando características, objetivos, usos y actividades permitidas o prohibidas.
- **Ley N° 23.919 “Sitios Ramsar”.** Aprueba la Convención relativa de los Humedales de importancia internacional y el procedimiento que deberá cumplirse a fin de solicitar la inclusión de un nuevo Sitio a la lista de Humedales de importancia internacional.
- **Ley N° 24.295 “Cambio Climático”.** Ratifica la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático.

- **Ley N° 24.375 “Diversidad Biológica”**. Aprueba el convenio sobre la Diversidad Biológica.
- **Ley N° 25.688 “Agua”**. Establece la obligatoriedad de contar con el permiso de la autoridad competente para utilizar este recurso. En el caso de las cuencas interjurisdiccionales, cuando el impacto ambiental sobre alguna de las otras jurisdicciones sea significativo, será vinculante la aprobación de dicha utilización por el Comité de Cuenca correspondiente, el que estará facultado para este acto por las distintas jurisdicciones que lo componen.

2.8.3 Nivel Provincial

- **Ley N° 13.592 “Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos de la Provincia de Buenos Aires”, OPDS (2006)**. Regula la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos en el territorio de la Provincia de Buenos Aires. Junto a su Decreto Reglamentario 1215/09, establecieron que los municipios están obligados a la presentación del Programa de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos para su aprobación por la autoridad provincial. Mediante Resolución 40/2011 de la autoridad de aplicación (Organismo Provincial para el Desarrollo Sustentable), se aprobó el procedimiento para la presentación de dichos programas y se establecieron los requisitos que deberán cumplimentar los municipios de la Provincia de Buenos Aires.
- **Ley N° 14.273 “Grandes Generadores de Residuos Domiciliarios en la Provincia de Buenos Aires”, OPDS (2011)**. Consideran “grandes generadores” los super e hipermercados, los shoppings y galerías comerciales, los hoteles de 4 y 5 estrellas, comercios, industrias, empresas de servicios, universidades privadas y toda otra actividad privada comercial e inherente a las actividades autorizadas, que generen más de mil (1.000) kilogramos de residuos al mes. Se incorporarán al programa de generadores privados del CEAMSE, debiendo hacerse cargo de los costos del transporte y la disposición final de los residuos por ellos producidos.
- **Ley N° 14.321 “Gestión Sustentable de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos”, OPDS (2011)**. Establece el conjunto de pautas, obligaciones y responsabilidades para la gestión sustentable de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEES) en la Provincia de Buenos Aires.
- **Ley N° 11.723 “Ley Integral del Medio Ambiente y los Recursos Naturales”, OPDS (1995)**. Establece que la gestión de todo residuo que no esté incluido en las categorías de residuo especial, patogénico y radioactivo, será de incumbencia y responsabilidad

municipal. Además, establece que dicha gestión municipal implementará los mecanismos tendientes a la minimización en su generación, la recuperación de materia y/o energía, la evaluación ambiental de la gestión sobre los mismos, la clasificación en la fuente y la evaluación de impacto ambiental, previa localización de sitios para disposición final. Tiene por objeto la protección, conservación, mejoramiento y restauración de los recursos naturales y del ambiente en general en el ámbito de la Provincia de Buenos Aires, a fin de preservar la vida en su sentido más amplio; asegurando a las generaciones presentes y futuras la conservación de la calidad ambiental y la diversidad biológica. Garantiza el derecho de gozar de un ambiente sano, adecuado para el desarrollo armónico de la persona.

- **Ley N° 10.907 "Régimen de Reservas Naturales" (1990).** Se declaran reservas naturales a aquellas áreas de la superficie y/o del subsuelo terrestre y/o cuerpos de agua existentes en la Provincia de Buenos Aires que, por razones de interés general, especialmente de orden científico, económico, estético o educativo deban sustraerse de la libre intervención humana a fin de asegurar la existencia a perpetuidad de uno o más elementos naturales o la naturaleza en su conjunto, por lo cual se declara de interés público su protección y conservación.

2.8.4 Nivel Municipal

- **Decreto N° 62/12 "Registro de Operadores de Residuos Sólidos Urbanos (RORSU)".** Deberán inscribirse en el Registro de Operadores de Residuos Sólidos Urbanos (RORSU) todas las empresas dedicadas al servicio de recolección, carga y traslado a disposición intermedia o final de todo tipo de residuos sólidos urbanos, incluyendo empresas operadoras de contenedores y volquetes, que brinden u ofrezcan servicios en el partido de Tigre.
- **Decreto N° 644/94 "Disposición transitoria Residuos Sólidos Domiciliarios".** Aprueba los modelos de los cestos para depositar los residuos sólidos urbanos, exigido por la Ordenanza N° 1310/92, para viviendas unifamiliares y multifamiliares.

2.9 Conclusiones del Diagnóstico

Al realizar el diagnóstico de la situación actual de las Islas del Delta de Tigre en relación a la gestión de los residuos sólidos urbanos, se concluye que existe una alta demanda por parte de los isleños de avanzar hacia una gestión integral sustentable, que contemple los factores meteorológicos, la acción de los animales locales respecto a los residuos, la separación en origen, la valorización de los residuos, la mejora y continuidad en la frecuencia de recolección, el cuidado ambiental, la diferenciación entre cada tipo de residuo, la recolección y gestión de RAEEs y la educación ambiental, entre otros.

En otras palabras, las Islas del Delta de Tigre requieren de una gestión integral de los residuos sólidos urbanos que generan, que contemple todos los elementos funcionales y sus interacciones, junto con una adecuada adaptación a la situación local y su respectiva dinámica. Siguiendo esto último, del *Capítulo 2.7*, se concluye que la situación hidrológica no es heterogénea en todo el territorio de las Islas del Delta de Tigre, por lo que la futura gestión diseñada deberá contemplar las diferencias de afectación durante su avance a los hogares situados sobre el frente de avance del Delta y a los hogares ubicados más al Noroeste.

De todas formas, se resalta la enorme necesidad de una contenerización inicial de los residuos, evitando así el derrame de líquidos lixiviados, la putrefacción de los residuos al estar tanto tiempo expuestos al sol, el ataque de animales locales y la disipación de residuos debido a la acción de vientos y mareas, entre otros.

A continuación, en los siguientes capítulos se avanzará con el estudio de distintas técnicas y tratamientos para los residuos, y el diseño de la Gestión Integral de RSU propuesto para las Islas del Delta de Tigre.

CAPÍTULO 3: Marco Teórico

3.1 Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos (GIRSU)

La Ley Nacional N° 25.916 de Residuos Sólidos Domiciliarios define la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (GIRSU) al conjunto de actividades interdependientes y complementarias entre sí, que conforman un proceso de acciones para el manejo de residuos domiciliarios, con el objeto de proteger el ambiente y la calidad de vida de la población. En el Artículo N°3 de dicha Ley, se incluyen dentro de la gestión integral, las siguientes etapas: generación, disposición inicial, recolección, transferencia, transporte, tratamiento y disposición final.

Es así como la GIRSU, tiene seis elementos funcionales. Los mismos se describirán a continuación considerando su definición en el marco de la Ley N° 25.916 y sus características principales definidas por Tchobanoglous (Tchobanoglous, G., Theissen, H., & Eliassen, R., 1982), y el programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP, 2015) y para los Asentamientos (UN Habitat, 2010):

1. **Generación:** Es la actividad que comprende la producción de residuos domiciliarios. Según el informe "*Perspectiva Global de la Gestión de Residuos*" realizado por la UNEP en el 2015, las tasas de generación dependen principalmente de los niveles de ingresos, los patrones socioculturales y los factores climáticos.
2. **Disposición inicial:** Es la acción por la cual se depositan o almacenan los residuos temporalmente hasta ser recolectados. Está acción es efectuada por el generador, y debe realizarse en la forma que determinen las distintas jurisdicciones. La disposición inicial podrá ser:
 - a. General: Sin clasificación y separación de residuos.
 - b. Selectiva: Con clasificación y separación de residuos a cargo del generador.

A su vez, ambos tipos de disposición inicial pueden ser contenerizados o no. A diferencia de una disposición inicial sin contenerización, mantener los residuos en contenedores, es higiénico y minimiza además los tiempos de manipulación y carga de los mismos. Al seleccionar y diseñar un contenedor, es importante pensar no solo en el contenedor en sí, sino también en la conveniencia de los usuarios y en la búsqueda de obtener la mayor eficiencia de descarga posible. Existen dos tipos de

sistemas diferentes de contenerización inicial, por un lado los sistemas transportados, en los cuales los contenedores son retirados y reemplazados por uno vacío, y por otro lado, los sistemas estacionarios, en los que los contenedores se vacían y luego se dejan en el mismo lugar (UN Hábitat, 2010).

La segregación de RSU en origen, al separar las corrientes reciclables húmedas y secas, es fundamental para evitar la contaminación cruzada y mantener las características de los materiales, lo que conduce luego a un reciclaje de mayor eficiencia y calidad, y también a un importante desvío de los residuos domiciliarios del relleno sanitario. Además, la separación de residuos reduce los riesgos relacionados a la salud y seguridad de los recicladores y de los ecosistemas existentes alrededor de los sitios de separación, tratamiento y disposición final de los residuos (UNEP, 2015).

3. **Recolección:** Es el conjunto de acciones que comprende no solo la recogida de los residuos sólidos, sino también su transporte hasta las instalación de tratamiento, estación de transferencia, o sitio de disposición final. La recolección podrá ser:
 - a. General: Sin discriminar los distintos tipos de residuos.
 - b. Diferenciada: Discriminando por tipo de residuo en función de su tratamiento y valoración posterior.

En el *Capítulo 3.2* se desarrolla en mayor detalle los tipos y características de la recolección de residuos.

4. **Transporte y Transferencia:** El elemento funcional de transferencia y transporte de residuos se refiere a los medios, instalaciones y equipos utilizados para efectuar la transferencia de residuos de vehículos de recolección relativamente pequeños a vehículos de mayor volumen, y a transportarlos luego por distancias largas a centros de procesado o a sitios de disposición final. Es así como la transferencia comprende las actividades de almacenamiento transitorio y/o acondicionamiento de los residuos para su posterior transporte (ver *Figura 3.1*). En el *Capítulo 3.3* se desarrolla en profundidad los tipos de estaciones de transferencia y sus características.



Figura 3.1: Diagrama de un sistema de transporte de residuos con estación de transferencia. Fuente: Ing. Carlos A. Fontán, 2005.

5. **Tratamiento:** Comprende el conjunto de operaciones tendientes al acondicionamiento y valorización de los residuos. Se entiende por acondicionamiento a las operaciones realizadas a fin de adecuar los residuos para su valorización o disposición final. Este elemento funcional incluye todas las técnicas, equipo, e instalaciones usadas para mejorar la eficiencia de los otros elementos funcionales y para recuperar materiales utilizables, conversión de productos o energía de residuos sólidos.
6. **Disposición final:** Comprende al conjunto de operaciones destinadas a lograr el depósito permanente y controlado de los residuos domiciliarios, así como de las fracciones de rechazo inevitables resultantes de los métodos de tratamiento adoptados. La disposición final es el último destino de todos los tipos de residuos sólidos, por lo que la planificación del uso de la tierra se convierte en un determinante primordial en la selección y operación de rellenos sanitarios. Una disposición final incontrolada (a través de basurales a cielo abierto) genera riesgos para la salud pública y el ambiente (contaminación de napas y cuerpos de agua superficiales mediante líquidos lixiviados, emisión de gases de efecto invernadero, contribuyendo al calentamiento global, entre otros), los cuales aumentan significativamente cuando los residuos peligrosos se disponen junto a los RSU.

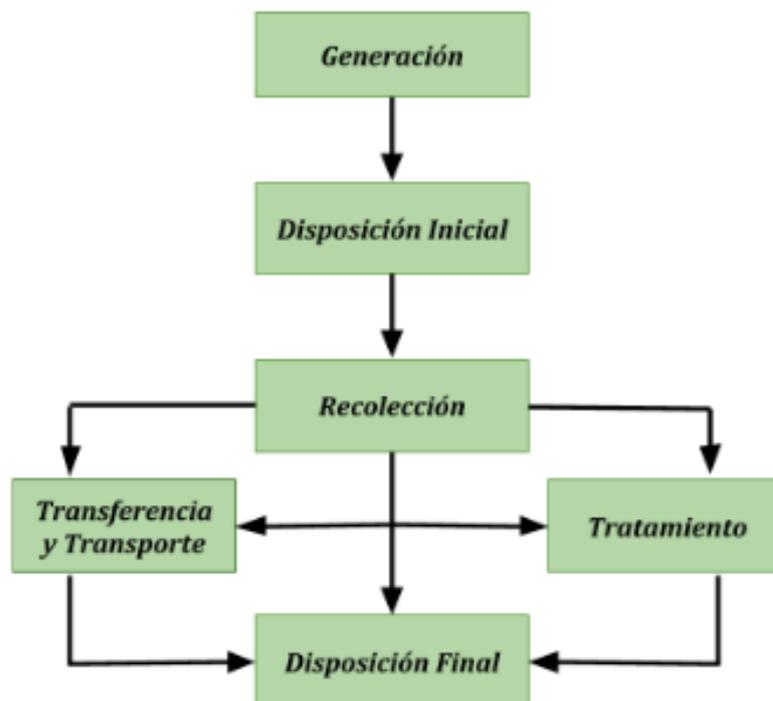


Figura 3.2: Diagrama de los elementos funcionales en un Sistema de Gestión Integral de Residuos Sólidos. Fuente: Tchobanoglous, G., Theissen, H., & Eliassen, R., 1982.

Es así como, gestionar los residuos sólidos urbanos (RSU) de forma integral significa manipularlos correctamente desde su generación hasta su disposición, utilizando las tecnologías más compatibles con la realidad local, dándoles un destino final ambientalmente seguro, tanto en el presente como en el futuro. En la *Figura 3.2* se observa un diagrama simplificado de las interrelaciones existentes entre los elementos funcionales en un sistema de gestión integral de residuos sólidos urbanos.

3.1.1 Jerarquía de gestión de los residuos

La jerarquía para la gestión de residuos es una regla que proporciona un orden de prioridad generalizado para las opciones de gestión de residuos y los enfoques técnicos, con el fin de extraer el máximo beneficio práctico de los productos y generar la mínima cantidad de residuos a disponer en un relleno sanitario. En la misma, la prevención y minimización de los residuos es el eslabón más importante, por lo que, a la hora de planificar una gestión de residuos, es de máxima importancia su priorización en todo momento.

La versión que aparece en la *Figura 3.3*, con su respectiva secuencia de pasos, fue acordada por todas las partes en el Convenio de Basilea, quienes declararon además que la jerarquía alienta opciones de tratamiento que brindan el mejor resultado ambiental general, teniendo en cuenta el pensamiento del ciclo de vida.

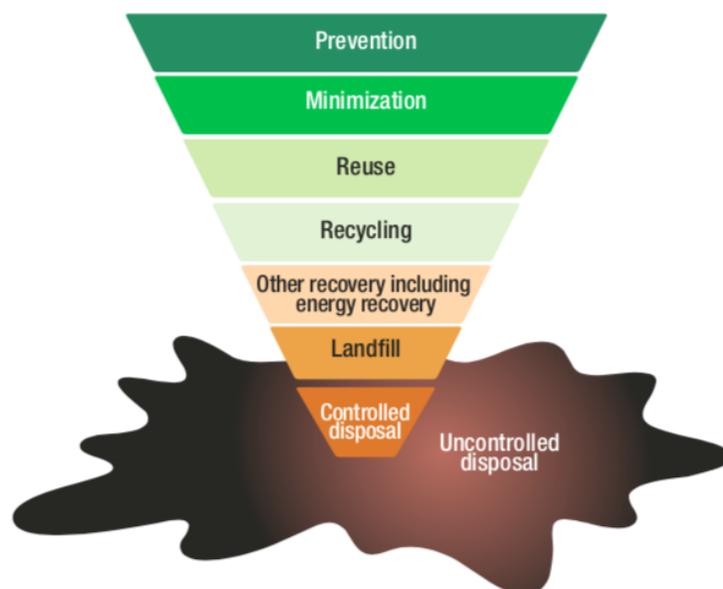


Figura 3.3: Jerarquía de gestión de residuos acordada por las partes en el Convenio de Basilea. Fuente: UNEP, "Perspectiva Global de la Gestión de Residuos", 2015.

3.2 Recolección y transporte de RSU

El sistema de recolección debe ser diseñado y operado de manera integrada. Esto significa que todos los eslabones de la cadena de gestión deben considerarse cuando se diseña cualquier parte del sistema, de modo que todos los componentes del sistema sean compatibles. Extender la recolección a toda la población, brindando así, un servicio al 100% de la misma, debe ser el principal objetivo para la protección de la salud pública y para una eficiencia total de la GIRSU.

La recolección se lleva a cabo mediante una variedad de tipos de vehículos, como bicicletas, triciclos, tractores y remolques, camiones volquete o vehículos de compactación, y a veces, también mediante carros de mano o carros accionados por animales, dependiendo de las necesidades locales para cada caso. Para optimizar los sistemas de recolección, el uso de GPS o incluso un software de optimización de rutas, pueden ser relevantes para municipios grandes.

Debido a que es necesaria la colaboración de los propios residentes, el servicio debe ser socialmente aceptable, lo más rentable posible y afectar lo menos posible al ambiente. Por lo tanto, debido a esta variedad de situaciones, es fundamental adaptar las soluciones de recolección y transporte de los residuos a la situación local. En ciudades con distintos tipos de vecindarios, es necesario dividir la recolección de los residuos en 2 etapas: recolección primaria con un punto de transferencia, y luego una recolección secundaria. La recolección primaria puede simplificarse y adaptarse a las condiciones topográficas locales específicos o a las condiciones viales. Es así que se suele realizar mediante vehículos más pequeños, sencillos y adecuados. Los residuos recolectados se descargan luego en un punto de transferencia, donde se almacenan y compactan para su posterior recolección secundaria mediante vehículos de mayor carga. Estos recogen los residuos almacenados y los transportan a las instalaciones de tratamiento, planta de reciclaje, o sitio de disposición final (UNEP, 2015).

Por otro lado, los servicios de recolección de residuos vienen en una amplia variedad de tipos y formas. Los mismos pueden ser prestados por el sector formal, a través de operadores del sector público o privado, o por la comunidad o el sector 'informal', por ejemplo, a través de organizaciones comunitarias, organizaciones no gubernamentales (ONG) o pequeñas empresas. Según la guía *"Recolección de residuos sólidos municipales en países en desarrollo"* realizada por la UN Habitat en el 2010, el servicio de recolección puede presentar diferentes modalidades:

1. En la calle a poca distancia de la propiedad del generador (mediante contenedores comunitarios ó recolección por vereda).
2. En la calle en el límite de la propiedad del generador.
3. Dentro de la propiedad del generador.

A menudo, el enfoque más productivo y económico para cualquier ciudad es una combinación de estos tres métodos: se utilizan diferentes métodos en diferentes partes de la ciudad. El sistema y la frecuencia que se elijan deben ser dictados por la disposición a pagar de los residentes. A continuación, en los *Capítulos 3.2.1, 3.2.2 y 3.3.3* se desarrollará cada método de recolección.

3.2.1 Servicio de recolección en la calle a poca distancia de la propiedad del generador

- ***Contenedores Comunitarios***

En este sistema, los residentes llevan sus residuos a contenedores situados en puntos predeterminados para su almacenamiento comunitario. Luego los camiones recolectores pasan por estos sitios en intervalos frecuentes, generalmente una vez al día, para realizar la recolección y transporte de los residuos. La principal ventaja de este método de recolección es que reduce considerablemente la cantidad de fuentes de las cuales se deben recolectar los residuos. El espacio en el que deben ubicarse las instalaciones de almacenamiento de la comunidad depende de la medida en que una comunidad esté dispuesta a cooperar llevando sus residuos a los contenedores en lugar de tirarlos a la calle.

Por lo general, los contenedores deben estar espaciados de modo que la distancia entre dos contenedores no supere los 200 metros. Este sistema es apreciado por los residentes que no desean almacenar los residuos en sus viviendas ya que pueden llevarlos al contenedor de la calle en cualquier momento. Por otro lado, los vehículos de recolección pueden recolectar los residuos en cualquier momento del día según su conveniencia (UN Habitat, 2010).

- ***Recolección por veredas***

En este sistema, un vehículo de recolección recorre una ruta predeterminada y se detiene en lugares seleccionados donde suena una campana o reproducen música para notificar a los propietarios de su llegada. Al escuchar la señal los residentes llevan sus residuos a los camiones y se los entregan a la tripulación a cargo del servicio. Es así que de esta forma, no

se dejan contenedores en lugares públicos. La productividad del vehículo y la mano de obra de este sistema se encuentra entre baja y media.

3.2.2 Servicio de recolección en la calle en el límite de la propiedad del generador

El equipo de recolección recolecta los residuos dispuestos en tachos y bolsas al borde de la vereda. Los residentes deben ser informados de antemano sobre los días y horarios en que se llevará a cabo la recolección para lograr sacar sus residuos a tiempo. Este sistema requiere un servicio de recolección muy regular y bien organizado. Los retrasos en el servicio de recolección provocan que los residuos permanezcan por más tiempo en la vía pública, aumentando las posibilidades de lixiviación de los líquidos presentes en los residuos, la dispersión de estos debido al viento y ataques de perros o ratas capaces de afectar luego a la salud de la población (UN Habitat, 2010).

3.2.3 Servicio de recolección dentro de la propiedad del generador

En este sistema el equipo de recolección ingresa a cada propiedad, saca el contenedor, descarga los residuos en el vehículo de recolección y devuelve el contenedor a su lugar. En este caso no hay participación de los residentes en el proceso de recolección, lo que resulta en un aumento de los costos laborales para ingresar a todas las propiedades y retrasos frecuentes mientras se espera que se abran las puertas. En el caso de los edificios, los recolectores pueden ingresar y recolectar puerta a puerta los residuos o los residentes trasladan los mismos a un contenedor en planta baja, el cual luego es vaciado por los recolectores (UN Habitat, 2010).

3.3 Estación de Transferencia

Las estaciones de transferencia se usan para llevar a cabo la descarga y transbordo de los residuos sólidos urbanos del vehículo de recolección y otros vehículos pequeños a vehículos de transporte más grandes. Las mismas se pueden clasificar con respecto a la capacidad como sigue:

- Pequeñas: menores de 100 tn/día.
- Medianas: entre 100 y 500 tn/día.

- Grandes: más de 500 tn/día.

Según Tchobanoglous, dependiendo del método usado para cargar los vehículos de transporte, las estaciones de transferencia se pueden clasificar en tres tipos, y cada uno puede realizarse tanto con compactación como sin compactación (Tchobanoglous, G., Theissen, H., & Eliassen, R., 1982):

1. Descargue directo
2. Descargue con almacenamiento
3. Combinación de ambas

En los tres casos, los vehículos de recolección son pesados antes y después de descarga de residuos para el cálculo correcto de tarifa de servicio. Según la capacidad necesaria de la estación de transferencia (grande, mediana o pequeña) y las condiciones del lugar, los sistemas de descarga pueden variar. Es así que las estaciones pueden estar cubiertas o no, y puede optar por el uso de compactadores estacionarios para realizar la descarga ó no. La decisión de cubrir una estación de transferencia depende, generalmente, de las condiciones locales del clima y de preocupaciones ambientales.

Las operaciones de transferencia pueden demostrar ser económicas cuando para la recolección de residuos residenciales se usan vehículos de recolección relativamente pequeños cargados a mano por largas rutas de recolección, cuando se deben transportar grandes cantidades de residuos por largas distancias, y cuando se necesitan muchos vehículos para recolectar y transportar los residuos.

3.3.1 Descargue directo

En las estaciones de transferencia con descargue directo, los residuos contenidos en los vehículos de recolección son descargados directamente en el vehículo a cargo de transportarlos a un lugar de disposición final o planta de tratamiento. Para realizar esto, generalmente las estaciones de transferencia son construidas en una disposición a dos niveles, contando entonces con las siguientes dos opciones (Tchobanoglous, G., Theissen, H., & Eliassen, R., 1982):

1. Elevar la plataforma o dique de descarga, desde la cual los residuos contenidos en los vehículos de recolección (baja carga) son descargados en los volquetes de los vehículos de transporte (alta carga).
2. Colocar los volquetes de los vehículos de transporte en una rampa más baja.

Al llegar los vehículos recolectores a la estación de transferencia, son pesados por un encargado, quien luego indica dónde se deben descargar los residuos entregando al conductor un número apropiado de ubicación. Cuando los volquetes están llenos o se ha colocado el máximo tonelaje permitido en ellos, según indique el operador, son retirados y preparados para la operación de transporte.

La carga directa puede ser con compactación, para lo que se utiliza una tolva y un compactador estacionario, o puede ser sin compactación, descargando directamente los residuos en los volquetes mediante gravedad o mediante una grúa que descargue los residuos del vehículo recolector y los cargue directamente en el volquete del camión transportador.

En las estaciones de transferencias a cargo del CEAMSE distribuidas por el Área Metropolitana de Buenos Aires, se utiliza la técnica de descarga directa con compactación, para la cual utilizan un pistón compactador estacionario y una tolva en altura por donde los residuos comprimibles son descargados (CEAMSE). En la *Figura 3.4* se puede observar la metodología descrita.

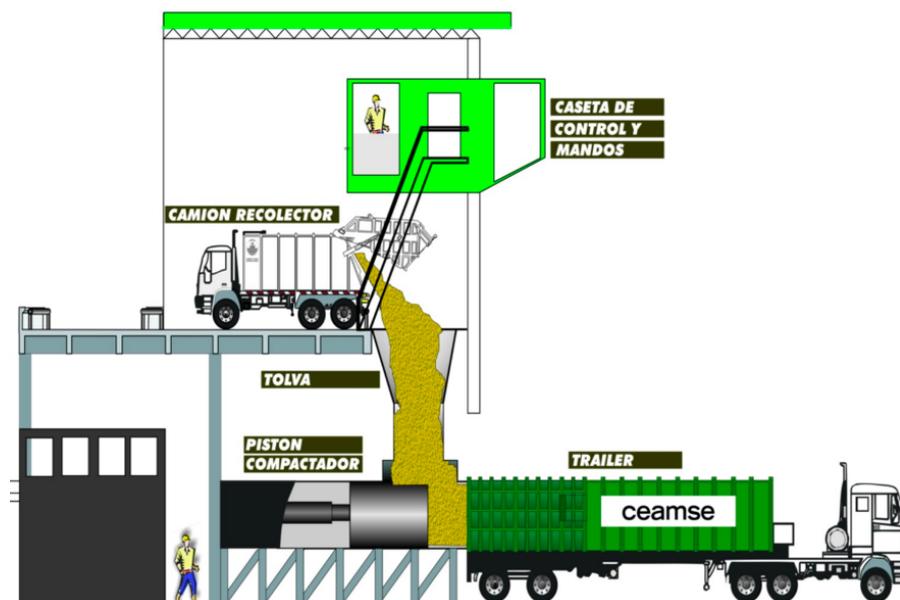


Figura 3.4: Metodología de estación de transferencia utilizada por el CEAMSE, con descarga por gravedad y compactadores estacionarios. Fuente: CEAMSE.

3.3.2 Descarga con almacenamiento

En las estaciones de transferencia con compactación y acopio de la descarga, los residuos son vaciados en una fosa de almacenamiento o sobre una plataforma desde la cual son cargados luego en los vehículos de transporte.

Todos los vehículos de recolección que llegan deben ser encaminados a una estación de pesaje previo, donde se registra el peso en toneladas de cada camión. Luego, el vehículo llega a la fosa de almacenamiento de residuos y vacía su contenido en la misma. Por último, se colocan los residuos dentro de las tolvas de carga localizadas en un extremo de la fosa, y se vuelcan así los residuos dentro de los volquetes ubicados en un nivel inferior. Cuando se ha alcanzado el peso permisible, el operador se lo indica al conductor y se prepara para la operación de transporte (Tchobanoglous, G., Theissen, H., & Eliassen, R., 1982).

También se puede realizar este mismo tipo de descarga en estaciones de transferencia no cubiertas, sin compactación y sin diferencia de nivel para la carga de los residuos en los volquetes de los vehículos de transporte. A esta técnica se la llama "Carga desde el suelo" y cuenta con grúas que cargan los residuos desde el suelo hasta los volquetes. Una vez lleno el volquete, se prepara el camión para el transporte. Al finalizar la operación el área de carga debe ser limpiada (UN-HABITAT, 2010). Como se puede ver en la *Figura 3.5*, esta opción favorece a la dispersión de los residuos, a la contaminación debido a los lixiviados y a la emisión de olores, por lo que no resulta una opción ideal para el ambiente.



Figura 3.5: Metodología de transferencia de residuos con carga desde el suelo. Fuente: UN Habitat, 2010.

3.3.3 Combinación de descargue directo y descargue con almacenamiento: Estaciones de Transferencia Multipropósito

En estas estaciones de transferencia "mixtas" suelen haber instalaciones de propósito múltiples diseñadas para servir a un número más amplio de usuarios que una instalación de propósito único. También tienen la capacidad de albergar operaciones de recuperación de materiales.

En estas instalaciones, hay dos áreas de descarga distintas, una para restos y otra para materiales recuperables. Al ingresar los vehículos de recolección, tanto de restos como de materiales recuperables, son pesados y dirigidos a sus respectivas tolvas de descarga, donde en el caso de los restos, son descargados directamente, mientras que en el caso de los materiales recuperables, son descargados para su almacenamiento. La separación física de las áreas de descarga es la única manera positiva de mantener la eficiencia del sistema.

Es así como este tipo de instalaciones combinan las funciones de una Estación de Transferencia con las de una Planta de Separación de residuos. Para esto cuentan con una zona dedicada a la separación y clasificación de residuos reciclables aportados por particulares o de aquellos que hayan sido previamente separados en origen y transportados por el municipio, y otra zona dedicada a la transferencia de los residuos no reciclables. En la *Figura 3.6* se observa un ejemplo de Estación de Transferencia Multipropósito.

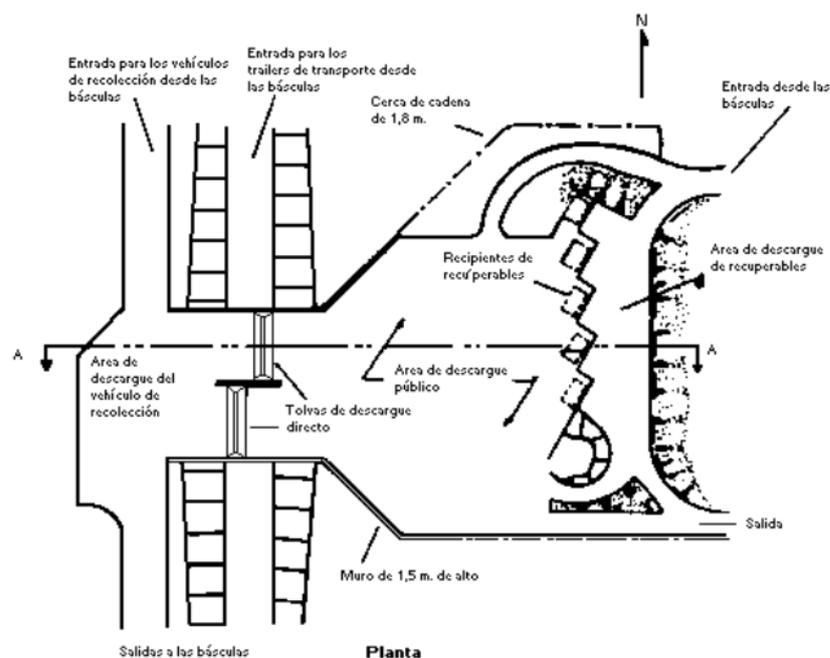


Figura 3.6: Estación de Transferencia Multipropósito con operación de recuperación en la que se combina la descarga directa y la descarga con almacenamiento. Fuente: Tchobanoglous, G., Theissen, H., & Eliassen, R., 1982.

3.4 Planta de Separación y Clasificación de Residuos

Según el Manual de Buenas Prácticas de Manufactura en Plantas GIRSU, realizado por la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, las Plantas de Separación y Clasificación de RSU, tienen a los residuos como input principal del sistema, pero a su vez requieren para su funcionamiento otros como energía, agua y equipamientos varios

(Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, 2014). Como producto del proceso obtienen materiales recuperados (aptos para su comercialización o reutilización), una fracción de residuos orgánicos (en ocasiones) y otra fracción de rechazo (que se envía a disposición final).

Las Plantas de Separación y Clasificación de residuos sólidos urbanos suelen tener los siguientes objetivos:

- ❖ Disminuir la cantidad de residuos dispuestos en un Relleno Sanitario.
- ❖ Reincorporar materiales recuperables de gran valor al sistema productivo.
- ❖ Lograr la separación de Componentes Reciclables Secos (plástico, vidrio, metal, papel y cartón).
- ❖ Separar los Residuos Peligrosos Domiciliarios (patogénicos, latas de pintura, pilas, solventes) y gestionarlos correctamente (por ejemplo, enviándolos a un relleno de seguridad).
- ❖ Gestionar la comercialización de los Componentes Reciclables.

En las Plantas de separación se pueden encontrar un gran número de máquinas y equipos complementarios, entre las más comunes bandas transportadoras, prensas y carros contenedores. Es así, que las mismas pueden ser completamente mecanizadas o semi mecanizadas. En estas últimas, la clasificación de los RSU es en su mayoría manual. En la *Figura 3.7* se puede observar un ejemplo del flujo de residuos dentro de una línea de la Planta de Separación y Clasificación.

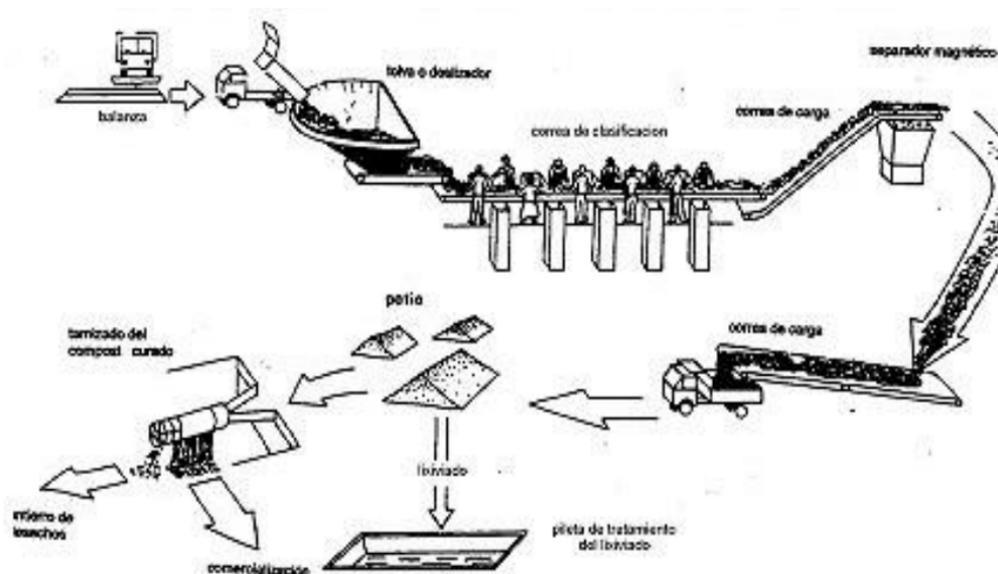


Figura 3.7: Flujo de residuos (input) en Planta de Separación y Clasificación de RSU. Fuente: E. Roeben, 2003.

Las Plantas de Separación y Clasificación consisten en un galpón de estructura metálica de acero, cuya estructura debe estar diseñada y construida para el tipo de operaciones a realizarse en su interior. El galpón debe contar con portones corredizos para permitir el ingreso y egreso de los camiones y carros, y, además, contar con sistemas de ventilación, infraestructura contra incendios, tableros, iluminación y cableado de acuerdo con normas IRAM (Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, 2014).

Entre las ventajas de contar con un proceso de separación y clasificación de RSU se encuentran las siguientes:

- ❖ Disminución de las toneladas de residuos dispuestos en los Rellenos Sanitarios y por lo tanto un aumento del ciclo de vida de los mismos.
- ❖ Disminución de los costos de disposición final por menor uso del Relleno Sanitario.
- ❖ Aumento de conciencia ambiental en la población.
- ❖ Rápida puesta en marcha de la planta.
- ❖ Reinserción de materiales recuperables en el sistema productivo.
- ❖ Creación de puestos de trabajo a escala local.

3.5 Tratamientos para la Fracción Orgánica de los RSU (FORSU)

Para el tratamiento de la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos hay distintas alternativas por las cuales se puede optar. A continuación, se desarrollarán las dos tecnologías más utilizadas, siendo estas el compostaje y la digestión anaerobia de los residuos orgánicos.

3.5.1 Compostaje

El proceso de compostaje es aquel en el cual, los residuos orgánicos o materiales fuentes de Carbono y Nitrógeno, en condiciones óptimas de humedad (agua) y aireación (oxígeno), promueven la actividad de numerosos microorganismos que descomponen los residuos, generando en su accionar emisiones de dióxido de carbono (CO₂), altas temperaturas (calor) y líquidos lixiviados (ver *Figura 3.8*). El producto obtenido es inocuo y estable. Inocuo, porque las altas temperaturas “esterilizan” la mezcla y estable porque una vez que culmina el proceso, el compost mantiene sus características en el tiempo (INTI, 2013).

Debido a que los responsables del proceso son múltiples microorganismos involucrados (bacterias aerobias termófilas y mesófilas, hongos termófilos y mesófilos, protozoos, rotíferos

y actinomicetos, entre otros), es importante aportarles la correcta relación carbono-nitrógeno para que obtengan el suficiente alimento para llevar a cabo sus actividades, con condiciones de humedad y oxigenación que les permitan respirar y sobrevivir en la mezcla.

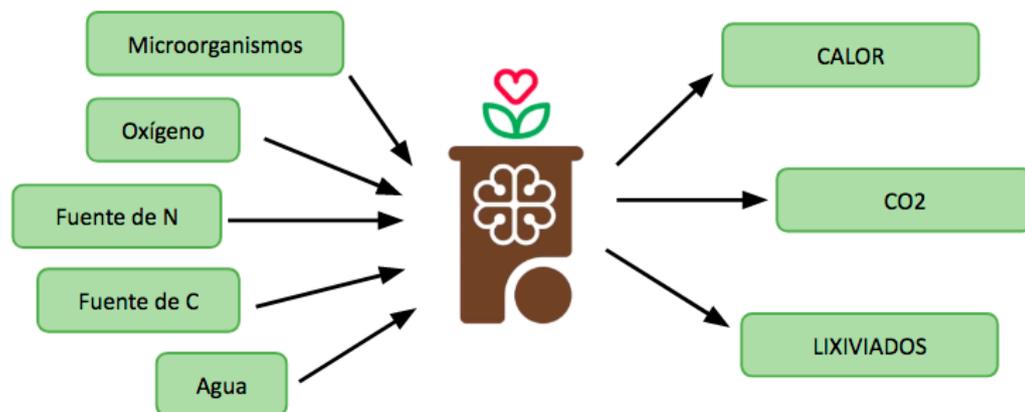


Figura 3.8: Diagrama del proceso de compostaje. Fuente: Elaboración propia a partir del estudio del INTI sobre Compostaje Domiciliario, 2013.

El proceso de compostaje consta básicamente de las siguientes 4 etapas, en las cuales mesófila y termófila, se refieren a los tipos de microorganismos que participan en cada una, los mesófilos no son capaces de soportar altas temperaturas, mientras que los termófilos sí (Compostaje Domiciliario, INTI, 2013):

1. **Etapla mesófila inicial:** La temperatura de la pila varía entre 10 y 30°C, el pH es menor a 7 (ácido) y la duración de la etapa es de 5 a 10 días, dependiendo de las condiciones ambientales y de la mezcla.
2. **Etapla termófila:** La temperatura de la pila puede alcanzar los 70°C, por lo que ocurre una eliminación de los posibles organismos patógenos presentes. El pH en esta etapa es mayor a 7 (alcalino) y su duración se extiende de 10 a 20 días.
3. **Etapla mesófila final:** La temperatura disminuye hasta los 15-10°C, el pH es neutro o aproximado y dura entre 15 y 30 días.
4. **Etapla de maduración:** En esta etapa se mantiene la temperatura y el pH de la etapa anterior. El tiempo de maduración depende de las materias primas, de los métodos de compostaje utilizados y de su gestión. De todas formas se calcula que varía entre 3 y 6 meses.

En la *Figura 3.9* se pueden observar las variaciones de los parámetros pH y temperatura a lo largo de las distintas etapas del proceso de compostaje.

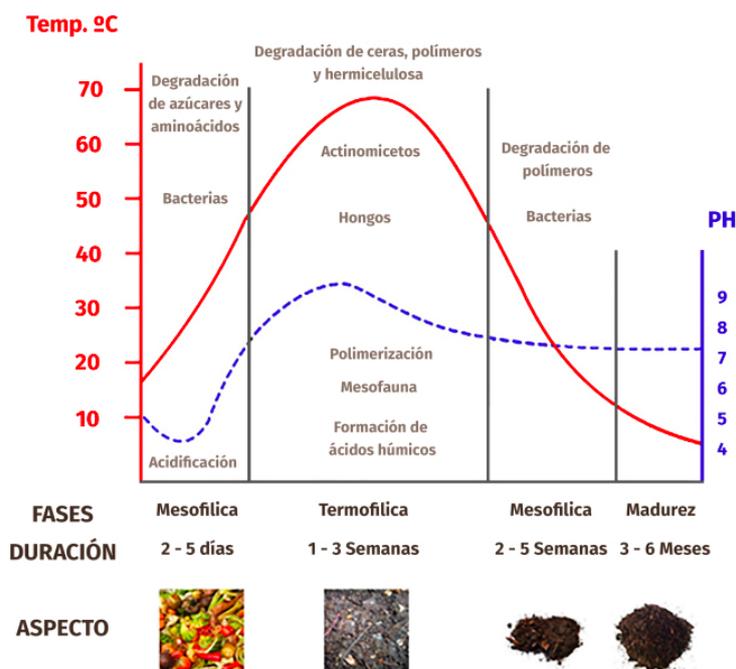


Figura 3.9: Etapas del proceso de Compostaje. Fuente: INTI, 2013.

Es así que es importante controlar durante el proceso los siguientes parámetros: temperatura, humedad, tamaño de partícula, aireación, pH y la relación carbono-nitrógeno (C:N). Dependiendo si se trata de compost (intervienen microorganismos) o vermicompost (intervienen microorganismos y lombrices rojas), los valores a los cuales deben encontrarse estos parámetros tienen pequeñas variaciones. En el caso del vermicompost, la mezcla debe contener una humedad del 70/80%, pH neutro, temperatura entre 18 y 25°C, relación C:N entre 20 y 30, tamaño de partícula pequeño y buena aireación. Además, debido a que es un proceso aerobio, se requiere de oxigenación constante, ya sea mediante técnicas activas (volteos o aireación forzada) o pasivas (Compostaje Domiciliario, INTI, 2013).

Para el vermicompost se utilizan las lombrices rojas (*Eisenia foetida* o lombriz roja californiana, *Eisenia andrei* y *Lumbricus rubellus*, entre otras) y no la lombriz común de tierra. Esto se debe a que las rojas cuentan con las siguientes características (INTI, 2018):

- Alta tasa de reproducción: Su tasa de reproducción es de 1:16, por lo que logran duplicar su población en tres meses.
- Alta tasa de digestión: Una lombriz madura puede consumir por día el equivalente a su peso (aproximadamente 1 g), y eliminar la mitad como lombricompost (0,5 g).
- Alta adaptabilidad a adversidades ambientales.
- Habilidad de circulación en superficie.

La adición de lombrices al proceso de compostaje, en acción conjunta con los microorganismos, permite airear y fragmentar los residuos, posibilitando un mayor

crecimiento de la población de microorganismos y estimulando su actividad biológica. Esto permite transformar los residuos de forma más rápida en un producto final estable y maduro, denominado lombricompost.

3.5.1.1 Compostaje Domiciliario

A nivel domiciliario se puede realizar compost o vermicompost mediante dos tipos de sistemas: cerrados o abiertos. En ambos sistemas, se tratan pequeñas cantidades de residuos orgánicos y se obtiene un producto de uso personal.

Los sistemas cerrados son aquellos que tienen algún tipo de cubierta que aísla la mezcla a compostar y por lo general son tipo reactor. Estos se pueden clasificar en verticales o horizontales. Los verticales pueden funcionar como reactores continuos, discontinuos o rotativos con mezcla completa (ver *Figura 3.10*). Por otro lado, los horizontales pueden ser estáticos o no. Estas composteras cerradas tienen como ventaja principal que requieren menos espacio o superficie para su instalación que en el caso de los sistemas abiertos. Además, este tipo de sistema permite un mejor control de parámetros y suelen hacer el proceso más rápido. Por otro lado, como son sistemas con cierto grado de industrialización o complejidad tienen asociado un costo de instalación, armado o adquisición, que suele ser elevado. Debido a la generación de lixiviados por la degradación de los residuos orgánicos, se debe considerar en los sistemas cerrados un sistema de recolección de los mismos. Estos líquidos pueden utilizarse luego para riego de las plantas si se lo diluye 1:10, aportando así nutrientes a las mismas (Compostaje Domiciliario, INTI, 2013).

Los sistemas continuos se caracterizan por tener la mezcla a compostar en un único receptáculo, es decir, toda la masa junta, a diferencia de los sistemas verticales discontinuos que tiene la masa a compostar en distintos niveles. En los continuos, por la parte inferior del reactor se recolecta el producto final, en una bandeja o simplemente sobre el terreno donde está emplazada la compostera. Por lo general en ambos casos se requiere un regado y mezclado para que el proceso ocurra correctamente. En el discontinuo, se coloca la materia prima o material fresco en el nivel superior y una vez llenado el módulo, se lo deja quieto, controlando los parámetros de oxígeno y humedad, hasta obtener el compost final. La materia sufre sucesivas descomposiciones y la existencia de los distintos niveles contribuye a alcanzar la temperatura y humedad necesaria.



Figura 3.10: Sistemas de compostaje cerrado vertical: continuo (izquierda), discontinuo (centro) y con rotación, mezcla completa (derecha). Fuente: Elaboración propia.

Estos sistemas cerrados requieren costos de inversión medios y su mantención es baja. Con el fin de tratar la misma cantidad de residuos, requerirá de menos espacio en comparación al compostaje en pilas abiertas debido a que los residuos son apilados verticalmente en los contenedores sin las caras laterales inclinadas. Además, no es necesario voltear ningún elemento y por lo tanto el trabajo es menor, lo único que si es necesario es revolver para mantener una aireación constante, en el caso de las composteras con rotación, se revuelve al rotar, en los otros casos es necesaria una herramienta para revolver.

Los sistemas abiertos, por otro lado, son aquellos que dejan la mezcla en contacto con el aire exterior, como por ejemplo en pilas, camas o montículos. Estos sistemas pueden ser estáticos o no, pudiendo los estáticos contar con aireación tanto natural como forzada. La Tabla 3.1 resume los distintos tipos de sistemas de compostaje domiciliario existentes.

Tabla 3.1: Sistemas de compostaje domiciliario. Fuente: Elaboración propia a partir del estudio del INTI sobre Compostaje Domiciliario, 2013.

Sistemas Abiertos	
Pilas estáticas	Aireación natural
	Aireación forzada
Pilas no estáticas	Aireación por volteos
Sistemas Cerrados	
Reactores Verticales	Continuos
	Discontinuos
	Con rotación (mezcla completa)
Reactores Horizontales	Estáticos

Por otro lado, la metodología de compostaje o vermicompostaje domiciliario recomendada es el método "Lasaña", en la cual los residuos orgánicos son dispuestos en capas dentro de la compostera o pila, de forma que se intercalan materiales secos y húmedos. De esta forma se logra que los parámetros como C:N, humedad y aireación se mantengan dentro del rango favorable para el proceso. En la *Figura 3.11* se puede observar esta metodología.

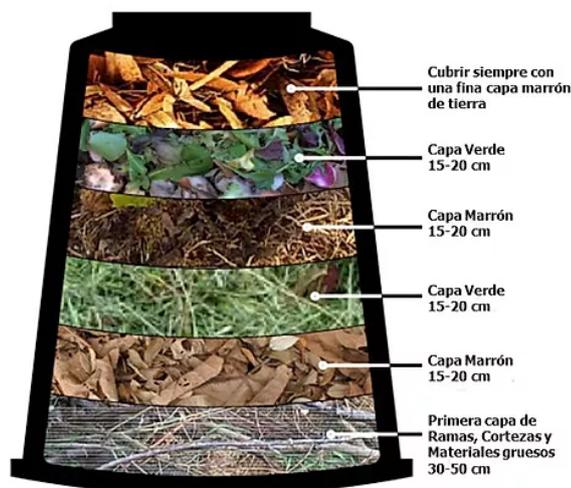


Figura 3.11: Metodología de Lasaña para el Compostaje Domiciliario.

3.5.2 Digestión Anaerobia

La producción de biogás es un proceso complejo de degradación, bajo condiciones anóxicas, de una amplia variedad de sustratos orgánicos (restos de comida, desperdicios orgánicos de industrias, residuos cloacales, estiércol de animales, etc.), el cual requiere de la acción coordinada de microorganismos especializados. El biogás producido es una mezcla de gases, compuesto principalmente por dióxido de carbono (CO₂) y metano (CH₄), y en menor medida otros gases, entre los que se destaca el sulfuro de hidrógeno (H₂S). El metano, principal componente en este gas, es el que confiere su característica combustible brindando un poder calorífico que oscila entre 5.500 y 6.000 Kcal.

Es importante destacar que tanto el gas metano como el dióxido de carbono, al tratarse de gases de efecto invernadero, son los principales contribuyentes al calentamiento global, de manera que dándole un correcto tratamiento a los residuos orgánicos no solo se logra un ahorro en gastos energéticos y enmiendas para el suelo, sino que también se reduce el impacto negativo que producimos al ambiente, reduciendo el impacto ambiental que estos

residuos provocan si se gestionan incorrectamente, emitiendo gases de efecto invernadero a la atmósfera y líquidos lixiviados contaminados al suelo y napa.

Para controlar y eficientizar la digestión anaeróbica de la materia orgánica y producir biogás se utilizan biodigestores. Estos son reactores especialmente diseñados para maximizar la eficiencia de conversión de los sustratos en energía y obtener subproductos con valor agregado, como biofertilizantes (FAO, Argentina, 2019). En la *Tabla 3.2* se pueden observar las características del biogás.

Tabla 3.2: Características del Biogás. Fuente: INTA, 2011.

Características	CH4	CO2	H2-H2S	Otros	Biogás
Proporciones (%vol)	55-70	27-44	1	3	100
Valor calorífico (MJ/m3)	35,8	--	10,8	22	21,5
Ignición (% en aire)	5-15	--	--	--	6-12
Temp. de Ignición (°C)	650-750	--	--	--	650-750
Densidad nominal (g/l)	0,7	1,9	0,08	--	1,2
Densidad relativa	0,55	2,5	0,07	1,2	0,83
Inflamabilidad (%vol)	5-15	--	--	--	6-12

Como se puede observar en la *Figura 3.12*, el proceso global puede ser dividido para su estudio en tres etapas principales (FAO, Argentina, 2019), aunque debe comprenderse que en los digestores las reacciones ocurren simultáneamente:

- 1. Hidrólisis:** La materia orgánica compleja (hidratos de carbono, proteínas, lípidos, etc.) es degradada por la acción de microorganismos en materia orgánica soluble (azúcares, aminoácidos, ácidos grasos), lo que genera los sustratos para la siguiente etapa.
- 2. Acidogénesis y acetogénesis:** Distintos grupos de microorganismos, denominados acidogénicos y acetogénicos, procesan esa materia orgánica soluble y liberan principalmente H₂, CO₂ y acetato. Dado que la acidogénesis es considerada la etapa más rápida del proceso global, resulta fundamental controlarla para evitar que el descenso de pH (acidificación) del medio interfiera con la acción del consorcio microbiano.

3. Metanogénesis: Finalmente, los microorganismos metanogénicos tienen dos vías metabólicas diferentes: la vía acetoclástica, que transforma el ácido acético en CH₄ y CO₂, y la vía hidrogenotrófica, que a partir del H₂ y el CO₂ genera CH₄.

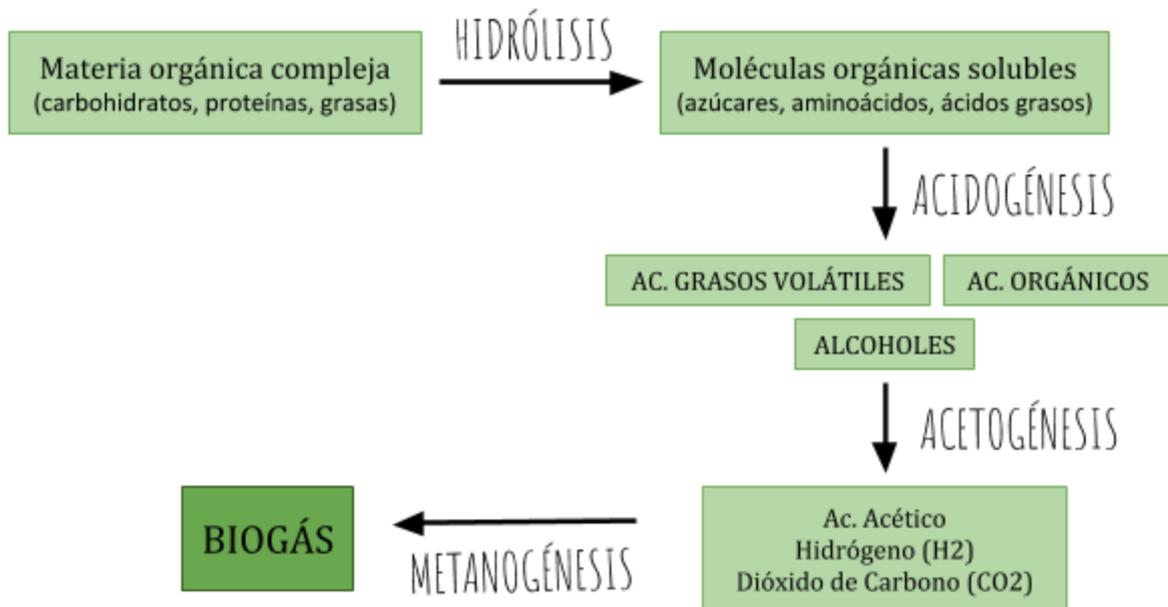


Figura 3.12: Etapas de la digestión anaeróbica en un biodigestor. Fuente: Elaboración propia a partir de la Guía elaborada por FAO, Argentina, 2019.

Para que se inicie el proceso de digestión se necesita una temperatura mínima de 4°C y no se debe sobrepasar una máxima de alrededor de 70°C. Se realiza generalmente una diferenciación en tres rangos de temperatura de acuerdo con el tipo de bacterias que predominan en cada una de ellas (psicrófilas menos de 20°C, mesófilas entre 20-40°C y termófilas más de 40°C). La actividad biológica y por lo tanto la producción de gas, aumenta con la temperatura. Al mismo tiempo se deberá tener en cuenta que al proceso no generar calor, la temperatura deberá ser lograda y mantenida mediante energía exterior. La temperatura además está relacionada con los tiempos que debe permanecer la biomasa dentro del digestor para completar su degradación (tiempo de retención hidráulica, TRH). A medida que se aumenta la temperatura disminuyen los tiempos de retención y en consecuencia se necesitará un menor volumen de reactor para digerir una misma cantidad de biomasa (INTA, 2011).



Figura 3.13: Proceso de digestión anaerobia. Fuente: Iniciativa Global de Metano (GMI), 2013.

En la *Figura 3.13* se puede observar el proceso global de digestión anaerobia, desde la alimentación del reactor hasta la obtención del biogás y los distintos subproductos. Dentro de las distintas utilidades del biogás, se destacan la producción de calor o vapor, la generación de electricidad y la utilización como combustible de vehículos. Para todos los casos, el biogás crudo debe ser tratado previamente con el objetivo de eliminar impurezas (FAO, Argentina, 2019).

El uso más simple que se le puede dar al biogás es la combustión directa para la obtención de energía térmica y su utilización en cocinas, calefones y más. Los quemadores de gas convencionales se pueden adaptar fácilmente para operar con biogás, simplemente cambiando la relación aire-gas. El requerimiento de calidad del biogás para quemadores es bajo. Se necesita alcanzar una presión de gas de 8 a 25 mbar y mantener niveles de H₂S inferiores a 100 ppm. La combustión del biogás requiere un mínimo de aire de 21% en los equipos de gas natural y una modificación en la apertura de la válvula dosificadora de gas, para permitir un mayor caudal y modificar las entradas de aire, de modo de lograr una combustión eficiente (FAO, Argentina, 2019).

Si bien la capacidad energética del biogás suele ser más baja que la de los combustibles convencionales, los beneficios ecológicos y económicos hacen que valga la pena considerar a este gas como fuente de energía. En la *Figura 3.14* se muestran las equivalencias de 1m³ de biogás con los combustibles convencionales más utilizados.

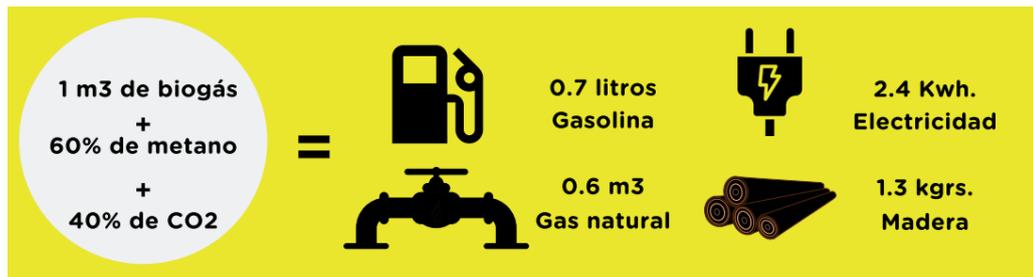


Figura 3.14: Equivalencias de 1m³ de Biogás con distintos combustibles convencionales. Fuente: Gea Sustentable, Biogás, 2020.

A la hora de generar biogás tanto a pequeña o gran escala, es importante tener en cuenta algunas consideraciones. Por un lado, debido a que el biogás sale del digester saturado de vapor de agua, es necesario colocar una trampa de agua para extraerlo. De lo contrario, pueden bloquearse los conductos con agua. Por otro lado, también se debe filtrar el gas para extraer el contenido de H₂S, un gas altamente tóxico, responsable del olor fuerte y desagradable.

Según el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria en su manual para la producción de Biogás, el reactor de digestión deberá cumplir los siguientes requisitos (INTA, 2011):

- Impermeable al agua y al gas para evitar las pérdidas del líquido en digestión, con el consecuente peligro de contaminación y la pérdida de gas que disminuirá la eficiencia y provocaría el riesgo de explosiones en las cercanías del digester.
- Aislante, las pérdidas de calor deben ser evitadas al máximo, puesto que el mantenimiento de la temperatura de digestión es logrado con el aporte de calor externo (tanto natural como forzado) y por lo tanto todo ahorro en este sentido redundará en una mayor cantidad de energía neta disponible.
- Mínima relación superficie/volumen, a fin de ahorrar material y mano de obra, como así también reducir la superficie de intercambio de calor.
- Estabilidad estructural, capaz de soportar cargas estáticas y dinámicas.

Los materiales de construcción más usualmente empleados son el hierro, cemento armado, mampostería (ladrillos y cemento), plásticos (PVC, PEAD, PRFV y PP) y la madera en contadas ocasiones. La elección dependerá fundamentalmente de los factores costo y disponibilidad, ajustándose a las necesidades locales.

3.5.2.1 Digestión anaerobia de RSU

Típicamente, una tonelada de fracción orgánica de RSU (FORSU) produce un volumen de biogás de entre 100 y 200 m³ (De Baere, 2003). Con la Ecuación 3.1 se logra calcular la

producción diaria de m³ de biogás a partir del sustrato ingresado. Para esto se necesita aproximar la cantidad de FORSU a disponer por día y conocer la relación de producción de biogás por kg de FORSU (FAO, Argentina, 2019). Para este sustrato, la relación con la producción de biogás es de 0,61 litros de biogás por kilogramo de residuo orgánico, es decir 0,0061 m³Biogás/kgFORSU (Ortega Rodríguez, 2001).

Ecuación 3.1

$$\text{Producción diaria de biogás (m}^3\text{ biogás/ día)} = \text{Cantidad de FORSU diario (kg RSU/día)} \times \text{Equivalente producción de biogás para FORSU (m}^3\text{ biogás/kg FORSU)}$$

Por otro lado, el cálculo de cuánto líquido puede producir un biodigestor y su composición físicoquímica está íntimamente ligado al sustrato que se utilice como carga y a la eficiencia del biodigestor. Desde el punto de vista del volumen, se obtiene aproximadamente un 90-95% de lo que ingresó en un biodigestor. De todas formas, es importante aclarar que si bien el proceso de biodigestión mejora muchas propiedades de la materia orgánica para su utilización como biofertilizante, no todos los efluentes de un biodigestor pueden usarse con tal fin. Si el agua o los sustratos con los que se realiza la mezcla contienen tóxicos o metales pesados y/o microorganismos perjudiciales para el ambiente y la salud humana y animal, el uso de los biofertilizantes no se recomienda (FAO, Argentina, 2019). Mediante la *Ecuación 3.2* se logra calcular la cantidad de biofertilizante diario obtenido en el proceso.

Ecuación 3.2

$$\text{Efluentes del biodigestor (m}^3\text{/día)} = \text{Porcentaje de eficiencia (90-95\%)} \times \text{Caudal de entrada diaria al biodigestor (m}^3\text{/día)}$$

Las características medias del biogás generado en un proceso de digestión anaerobia de RSU pueden apreciarse en la *Tabla 3.3*.

Tabla 3.3: Características del biogás obtenido en la digestión anaerobia de RSU. Fuente: Archer y col., 2005; Braber, 1995.

Características biogás a partir de RSU	
Energía	20-25 MJ/m ³
CH₄	60-80 %vol.
CO₂	30-45 %vol.
H₂S	200-400 ppm

La producción de biogás depende de la tecnología utilizada, pero también de la composición de los residuos a digerir, es decir, el sustrato utilizado. Toda la materia orgánica

está compuesta por agua y una fracción sólida llamada sólidos totales (ST). La movilidad de las bacterias metanogénicas dentro del sustrato se ve crecientemente limitada a medida que se aumenta el contenido de sólidos y por lo tanto puede verse afectada la eficiencia y producción de gas. Es por esto que, el porcentaje de sólidos totales contenidos en el sustrato del biodigestor es el factor que determinará la eficiencia del proceso. Por esto, para estimar la cantidad de biogás que puede generar un proyecto, es necesario identificar el contenido de sólidos totales y volátiles del residuo que se utilizaría como sustrato (Eawag, 2014).

Es así como residuos urbanos con un contenido elevado en sólidos de biodegradación lenta, como los residuos de jardín (ricos en lignina), producirán menor cantidad de biogás comparados con un mismo residuo, pero con una menor fracción de residuos de jardín (FAO, Chile, 2011). En la *Tabla 3.4* se observan los porcentajes de sólidos totales y volátiles presentes en los distintos residuos de la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos.

Tabla 3.4: Porcentajes de sólidos totales y volátiles presentes en los distintos residuos de la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos. Fuente: Digestión anaeróbica de residuos biológicos en países en desarrollo, Eawag, 2014.

Sustrato	Sólidos Totales (% del residuo)	Sólidos Volátiles (% de ST)	Referencia
<i>Restos de frutas</i>	15-20	75-85	Gunaseelan, 2004
<i>Restos de verduras</i>	5-20	76-90	Deublein and Steinhauser, 2011
<i>Restos alimenticios</i>	9-37	50-75	Eder and Schulz, 2007
<i>Residuos orgánicos (alimenticios + jardín)</i>	25-40	50-70	Eder and Schulz, 2007

3.5.2.2 Biodigestores domiciliarios

Los biodigestores domiciliarios son una opción para la obtención y utilización de energía renovable mediante el aprovechamiento de los residuos orgánicos generados en el hogar. Suelen ser utilizados por familias o comercios que revalorizan sus residuos para obtener biogás y así cocinar, calefaccionar, calentar agua o iluminar la casa. Entre las energías renovables, el biogás contribuye a resolver tanto restricciones energéticas como problemas ambientales. Como se puede ver en las *Figuras 3.15* y *3.16*, un biodigestor domiciliario cuenta con las siguientes unidades principales (Pasqualino, Acosta, 2012):

- **El tanque o reactor:** Lugar donde se produce la descomposición de la materia prima. Su tamaño y volumen, se relaciona con la cantidad de biogás que podemos obtener y almacenar, así como la materia prima que necesitamos para alimentarlo.
- **Sistema de alimentación:** Es un dispositivo por el cual ingresa el material que se va a emplear durante el proceso, impidiendo el escape del biogás.
- **Control de presión:** Permite al usuario conocer en todo momento cuál es la acumulación de gases en el interior del tanque, y liberarla en caso necesario. En los biodigestores domésticos, el sistema de control puede ser un manómetro y una válvula manual para emergencias.
- **Válvula de seguridad:** Es una medida de control adicional. Permite soltar los gases de forma automática cuando el usuario no está vigilando, y se diseña para activarse al alcanzar una presión máxima.
- **Gasómetro:** Almacenamiento del biogás generado en el biodigestor, manteniendo una presión constante.
- **Sistema de salida de gas:** Consta de una válvula de control que permite regular el caudal del biogás que sale.
- **Filtro de gases:** Dispositivo de tratamiento para eliminar los gases no deseados (como el sulfuro de hidrógeno).
- **Sistema de purga:** Mecanismo para realizar la extracción de los restos del material digerido, los cuales se acumulan en forma de lodo, y contienen los nutrientes de la materia prima original, por lo que pueden reutilizarse como subproducto.

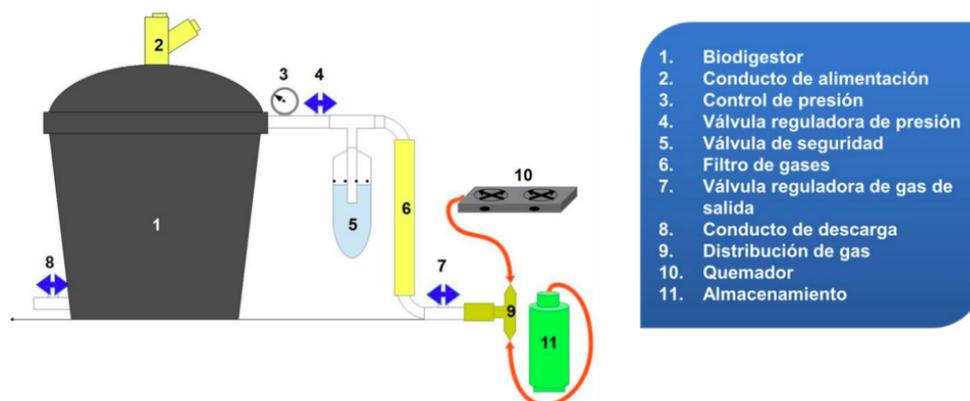


Figura 3.15: Esquema de un biodigestor domiciliario. Fuente: Pasqualino, Acosta, 2012.

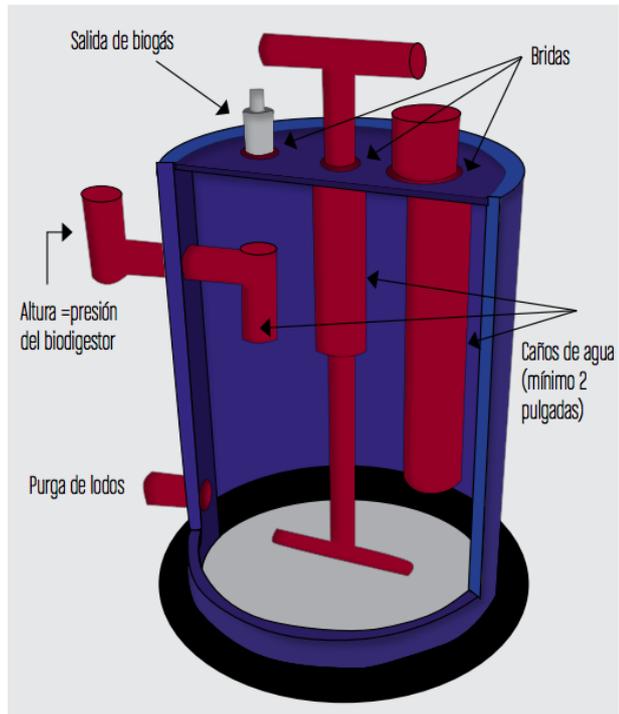


Figura 3.16: Diagrama biodigestor domiciliario. Fuente: Guía Teórico-Práctica sobre el biogás y los biodigestores, FAO, Argentina, 2019.

CAPÍTULO 4: Memoria Descriptiva y de Cálculo - Análisis de Alternativas

A lo largo del presente capítulo se desarrollarán las alternativas propuestas para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos para las Islas del Delta de Tigre y sus características técnicas.

En la *Figura 4.1* se puede observar el esquema propuesto para la GIRSU en cuestión. La misma cuenta con dos alternativas de tratamiento para la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos (FORSU), sobre las cuales se desarrollará más adelante. Es así como las alternativas de GIRSU propuestas son las siguientes:

- **Alternativa I:** Separación inicial + Reciclaje + Compostaje Domiciliario + Relleno Sanitario
- **Alternativa II:** Separación inicial + Reciclaje + Biodigestión Domiciliaria + Relleno Sanitario

Ambas opciones cuentan con la misma estructura general, diferenciándose únicamente en la metodología de tratamiento elegida para la fracción orgánica de los residuos. Es así que se detalla a lo largo del presente capítulo toda la estructura general, terminando con la descripción de ambas alternativas en el *Capítulo 4.6*, en el cual se diseña cada una, y se termina con una comparación de las mismas, seguida por la decisión tomada respecto a la mejor alternativa a implementar para las Islas del Delta de Tigre.

Como se puede observar en la *Figura 4.1*, la gestión propuesta comienza con la separación en origen de cinco (5) corrientes principales de residuos: *reciclables, especiales, alimenticios, voluminosos y restos*. Para eso se plantea una disposición inicial selectiva y contenerizada, y luego dependiendo la corriente, un recorrido distinto. A continuación, se detalla brevemente el recorrido de cada corriente:

- 1. Residuos Reciclables:** La corriente de residuos reciclables comienza siendo separada y dispuesta en contenedores específicos en cada hogar. Luego, es recolectada por lanchas recolectoras, en un rango horario y frecuencia determinada, y transportada hasta la Estación de Transferencia Multipropósito (ETM). Por otro lado, los reciclables también pueden ser transportados por el residente directamente hasta Puntos Verdes determinados, donde luego camiones recolectores los transportarán

hasta la ETM. Una vez en ésta, serán separados y clasificados dentro de la Planta de Separación y Clasificación, resultando en fardos (metal, plástico, papel y cartón) y granel (vidrio) de cada material los cuales luego se venderán a distintas empresas recicladoras.

- 2. Restos:** El recorrido de la corriente de residuos restos también comienza mediante una disposición inicial selectiva en contenedores específicos en cada hogar. Luego, es recolectada por lanchas recolectoras en un rango horario y frecuencia determinada, y transportada hasta la Estación de Transferencia Multipropósito. Una vez allí es descargada de las lanchas y cargada en camiones volquetes mediante la Estación de Transferencia, los cuales luego la transportan hasta el Relleno Sanitario CEAMSE.
- 3. Residuos Orgánicos:** En el caso de la FORSU, como se mencionó anteriormente, se cuenta con dos alternativas de tratamiento, compostaje y biodigestión, ambos a escala domiciliaria. Es así que no se necesita ningún tipo de recolección ni transporte de los mismos. Una vez tratados, se obtiene un producto final de uso personal, el cual varía según cada alternativa. Como se mencionó anteriormente, los restos de poda y jardín no se incluyen en el tratamiento, y se los considera voluminosos, por lo que a partir de ahora se denominará esta corriente exclusivamente como *Residuos Alimenticios*.
- 4. Residuos Especiales:** A la hora de disponer residuos especiales domiciliarios (aceite vegetal usado, pilas, aerosoles, pequeños RAEEs, etc.), los residentes tendrán que separarlos en el hogar y transportarlos hasta algún Punto Verde (PV) o Punto Verde Especial (PVE) ubicados en el continente. Una vez allí, serán gestionados individualmente según sus características.
- 5. Residuos Voluminosos:** Los residuos voluminosos (grandes RAEEs, residuos de construcción y demolición, neumáticos, restos de poda y jardín, etc.), deberán ser separados y almacenados por los residentes, quienes deberán comunicarse con la municipalidad para coordinar una fecha y horario de recolección de los mismos. Luego, se gestionarán individualmente según sus características.



Figura 4.1: Esquema general de la GRSU propuesta para las Islas del Delta de Tigre. Fuente: Elaboración propia.

A continuación, en la *Figura 4.2* se presenta la explicación de cómo realizar la separación inicial en origen correctamente mediante la enumeración de ejemplos de residuos sólidos urbanos para cada corriente. El volante se realizó como parte de la Campaña de Educación y Comunicación del presente proyecto, con el objetivo de explicar brevemente y de forma visual y práctica, cómo separar los residuos generados tanto por pequeños como grandes generadores habitantes de las Islas del Delta de Tigre. En el *Capítulo 4.9* se desarrolla completamente la campaña de comunicación y educación propuesta.



Figura 4.2: Volante explicativo de la separación en origen para los habitantes de las Islas del Delta de Tigre. Fuente: Elaboración propia.

4.1 Proyección Poblacional

El conocimiento de la población actual y futura se constituye en una información de extrema importancia en la gestión integral de los RSU, puesto que la generación y recolección de residuos está estrechamente relacionada con el número de habitantes, y con el tamaño y crecimiento de las localidades, entre otros factores (Jaramillo, 1999).

Para calcular la generación de residuos sólidos urbanos generados por habitante de las Islas del Delta de Tigre, se debe conocer la cantidad total de habitantes existentes al momento de estudio. Además, como se trata de un proyecto con una proyección de 20 años, no solo es necesario el dato de población actual, sino que también, es necesario saber la población que existirá en el Delta de Tigre al 2041.

Como se mencionó anteriormente, debido a que las Islas del Delta de Tigre cuentan con picos turísticos que se desarrollan durante el periodo de meses más calurosos del año (diciembre-marzo), las mismas cuentan con una población que, como se mencionó previamente, se divide en tres categorías: permanente, temporaria y visitantes. A continuación, se desarrollarán los cálculos realizados para la proyección de cada categoría.

4.1.1 Proyección de la Población Permanente

Para calcular la población permanente futura, se utilizó primero la metodología denominada Tasas Decrecientes para el cálculo de la tasa de crecimiento anual y luego la metodología de Proyección Geométrica para calcular el número poblacional en los años deseados.

- **Tasas Decrecientes**

Este método define la tasa media anual a emplear basándose en un análisis de las Tasas Medias Anuales de los dos últimos períodos intercensales. En la *Tabla 4.1* se observan los datos obtenidos del (INDEC) sobre los dos últimos períodos intercensales para la población en las Islas del Delta de Tigre.

Tabla 4.1: Evolución demográfica de los últimos tres censos nacionales en las Islas del Delta de Tigre. Fuente: INDEC 1991, 2001 y 2010.

Evolución demográfica últimos tres censos nacionales	
Año	Habitantes Delta de Tigre
1991	9333
2001	5034

2010	5628
------	------

Para definir la tasa de crecimiento anual actual, se deben comparar las tasas de crecimiento anual anteriores denominadas "i₁" e "i₂", las cuales se calculan de la siguiente forma (Ecuación 4.1 y Ecuación 4.2):

Ecuación 4.1

$$i_1 = \left(\sqrt[n]{\frac{P2}{P1}} - 1 \right)$$

Ecuación 4.2

$$i_2 = \left(\sqrt[n]{\frac{P3}{P2}} - 1 \right)$$

Dónde:

P1 = Población 1991.

P2 = Población 2001.

P3 = Población 2010.

n = Número de años transcurridos entre la población base y el año de proyección.

Una vez calculadas las tasas de crecimiento poblacional anteriores, se define la tasa a usar en la proyección de la población, comparándolas como sigue:

→ Sí, $i_2 > i_1$, se toma como tasa de crecimiento para la proyección el promedio de las dos tasas.

→ Sí, $i_2 < i_1$, se toma como tasa de crecimiento para la proyección el valor de i_2 .

De está forma se procedió al cálculo de i_1 e i_2 y, debido a que se resultó en una i_2 mayor a i_1 ($i_2 > i_1$), se obtuvo como tasa de crecimiento anual actual un promedio de ambas "i₃". Los resultados se encuentran en la *Tabla 4.2*.

Tabla 4.2: Tasas medias anuales de crecimiento de las Islas del Delta de Tigre. Fuente: Elaboración propia.

Tasas de crecimiento anual	
i1	-0,0599
i2	0,0125
i3	-0,0237

- **Proyección Geométrica**

Una vez calculada la tasa media anual de crecimiento actual (i_3), continuamos con el método de Proyección Geométrica en el cual se utiliza para la proyección futura la siguiente ecuación (*Ecuación 4.3*):

Ecuación 4.3

$$Pf = Po (1 + i)^n$$

Dónde:

Pf = Población futura.

Po = Población inicial o al año cero.

i = Tasa media anual de crecimiento.

n = Número de años entre el año cero y el año de proyección.

De esta forma, mediante la *Ecuación 4.3*, se logró calcular la proyección de población base al 2021 y a los 20 años de proyecto (2041). Los resultados se pueden observar en la *Tabla 4.3*.

Tabla 4.3: Proyección de la población permanente para los años 2021, 2031 y 2041 para las Islas del Delta de Tigre.

Año	Proyección Poblacional
2021	4.323
2031	3.401
2041	2.676

4.1.2 Proyección de la Población Temporal y Visitante

Para la proyección de la población temporal y visitante, se tuvo en cuenta la tendencia turística en la Provincia de Buenos Aires según informes históricos del INDEC, y la relación entre la población temporal y la visitante, siendo ésta última un 50% menos que la temporal según el Plan de Manejo de las Islas del Delta de Tigre (Fundación Metropolitana, Municipalidad de Tigre, 2012).

Por otro lado, los porcentajes de distribución al 2010 entre las poblaciones permanentes, temporarias y visitantes eran de 15%, 57% y 28% respectivamente. De esta forma se calculó,

a partir de la población censada al 2010, los porcentajes de población temporaria y visitante al 2010 (Fundación Metropolitana, Municipalidad de Tigre, 2012).

Luego, a partir de datos históricos de Encuestas de Ocupación Hotelera (EOH) realizadas por el INDEC en la Provincia de Buenos Aires desde el 2013 hasta el 2019, se obtuvo una tendencia promedio de crecimiento anual de +1,19% de población turística en la provincia. De esta forma se proyectó tanto la población turística como la población visitante al año base 2021 y a los 20 años de proyecto, 2041. Los resultados se observan en la *Tabla 4.4* y en la *Figura 4.3* en la cual se logra observar claramente la proyección de la población a lo largo de los años.

Tabla 4.4: Proyección Poblacional para los años 2021, 2031 y 2041 en las Islas del Delta de Tigre.

Proyección Poblacional Islas del Delta de Tigre				
Año	Permanente	Temporaria	Visitante	Total anual
2010	5.628	21.386	10.693	37.708
2021	4.323	24.359	12.179	40.861
2031	3.401	27.417	13.709	44.527
2041	2.676	30.861	15.430	48.966

Población Delta de Tigre

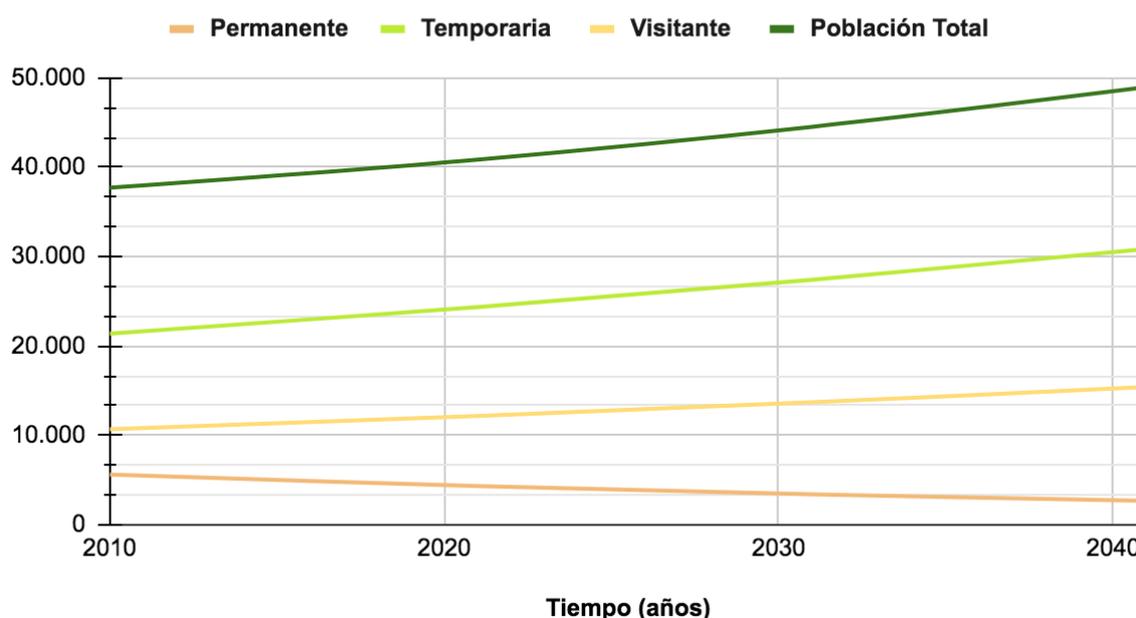


Figura 4.3: Gráfico de población permanente, temporaria, visitante y total a lo largo de los años proyectados. Fuente: Elaboración propia.

4.2 Generación de RSU por habitante en el Delta de Tigre

La generación de residuos sólidos urbanos generados por un habitante de las Islas del Delta de Tigre debe ser calculada a partir de la población diaria y la tasa de generación de residuos de la misma. Es así que a continuación se detallarán los cálculos realizados para obtener la generación per cápita (GPC) actual en la Municipalidad de Tigre y su respectiva proyección para los 20 años del proyecto.

Cómo se mencionó anteriormente, la GPC de residuos existente en Tigre se calculó a partir de las toneladas anuales de RSU dispuestas en el CEAMSE durante el periodo de años 2009-2018 (ver *Figura 4.4*) por este Municipio (Estudios de calidad de Residuos Sólidos Urbanos Dispuestos por año, CEAMSE). Con esta información se obtuvo una tasa promedio de crecimiento anual de 6,7% en las toneladas de RSU generadas por la Municipalidad de Tigre. De esta forma se logró proyectar las toneladas de RSU para el periodo de años del presente proyecto, 2021-2041 (*Tabla 4.5*).

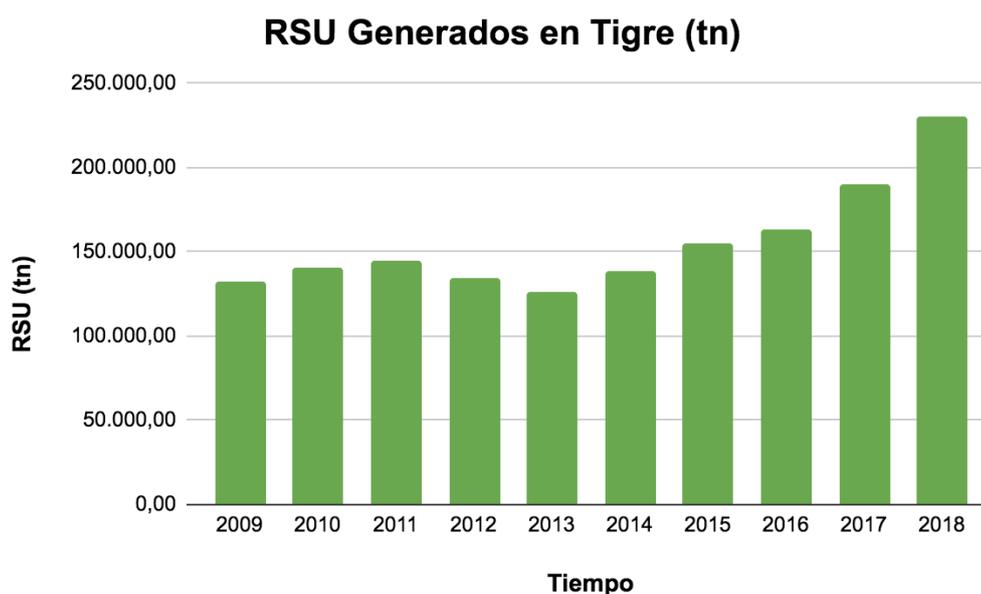


Figura 4.4: Toneladas de RSU dispuestas en el CEAMSE por la Municipalidad de Tigre durante los años 2009-2018. Fuente: Elaboración propia a partir de los Estudios de Calidad de Residuos Sólidos Urbanos Dispuestos (RSU) por año, realizados por el CEAMSE durante los años 2009-2018.

Luego se realizó la proyección poblacional para el total de la municipalidad de Tigre mediante las metodologías Tasas Decrecientes y Proyección Geométrica previamente explicadas, y se dividieron las toneladas de RSU generadas a diario por la cantidad de habitantes en cada año. De esta forma se obtuvo la proyección de la GPC anual para la Municipalidad de Tigre en el periodo de años 2021-2041. Por último, se calculó la GPC diaria en kilogramos, como se puede observar en la *Tabla 4.5*.

Tabla 4.5: Resultados del cálculo de la generación per cápita (GPC) para la Municipalidad de Tigre durante los 20 años del proyecto. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del INDEC y el CEAMSE.

AÑO	RSU (tn/año)	Población Tigre	GPC (kg/hab.día)
2021	279.353,2	584.180	1,31
2022	298.069,9	607.980	1,34
2023	318.040,6	632.749	1,38
2024	339.349,3	658.527	1,41
2025	362.085,7	685.356	1,45
2026	386.345,4	713.277	1,48
2027	412.230,6	742.336	1,52
2028	439.850,0	772.579	1,56
2029	469.320,0	804.054	1,60
2030	500.764,4	836.811	1,64
2031	534.315,6	870.902	1,68
2032	570.114,8	906.383	1,72
2033	608.312,5	943.309	1,77
2034	649.069,4	981.739	1,81
2035	692.557,0	1.021.735	1,86
2036	738.958,4	1.063.361	1,90
2037	788.468,6	1.106.682	1,95
2038	841.296,0	1.151.768	2,00
2039	897.662,8	1.198.692	2,05
2040	957.806,2	1.247.526	2,10
2041	1.021.979,2	1.298.350	2,16

Luego se procedió al cálculo de la generación de RSU en las Islas del Delta de Tigre. Para esto se utilizó la proyección de GPC calculada para el municipio en su totalidad, y la proyección poblacional de las Islas de Delta de Tigre. Debido a la variación poblacional, se calculó la generación tanto para las temporadas altas (período diciembre-marzo), como para las bajas (período abril-noviembre). Además, a partir del número de visitantes anual, se obtuvo el número de visitantes diarios durante el periodo de meses diciembre-marzo (121 días) para cada año. Por otro lado, para el caso de los turistas, se estimó una estadía promedio de tres (3) días durante su hospedaje en las Islas del Delta de Tigre en temporada alta. En las *Tablas*

4.6 y 4.7 se pueden observar las toneladas de RSU generadas por día en temporadas altas y bajas en las Islas del Delta de Tigre para los 20 años del proyecto.

Tabla 4.6: Toneladas de RSU generados en temporadas altas (período diciembre-marzo) en las Islas del Delta de Tigre en los 20 años de proyecto. Fuente: Elaboración propia.

Temporada Alta (diciembre-marzo)						
Año	Habitantes Delta	Visitantes diarios	Turistas diarios	Total hab diarios	GPC (kg/hab.día)	RSU (tn/día)
2021	4323	100,7	603,9	5027,4	1,31	6,59
2022	4220	101,9	611,1	4933,4	1,34	6,63
2023	4120	103,1	618,4	4841,8	1,38	6,67
2024	4023	104,3	625,7	4752,8	1,41	6,71
2025	3927	105,5	633,2	4666,1	1,45	6,75
2026	3834	106,8	640,7	4581,8	1,48	6,80
2027	3743	108,1	648,4	4499,8	1,52	6,85
2028	3655	109,3	656,1	4420,1	1,56	6,89
2029	3568	110,6	663,9	4342,6	1,60	6,94
2030	3484	112,0	671,8	4267,3	1,64	7,00
2031	3401	113,3	679,8	4194,0	1,68	7,05
2032	3320	114,6	687,9	4122,9	1,72	7,10
2033	3242	116,0	696,0	4053,7	1,77	7,16
2034	3165	117,4	704,3	3986,6	1,81	7,22
2035	3090	118,8	712,7	3921,3	1,86	7,28
2036	3017	120,2	721,2	3858,0	1,90	7,35
2037	2945	121,6	729,8	3796,5	1,95	7,41
2038	2875	123,1	738,5	3736,9	2,00	7,48
2039	2807	124,5	747,2	3679,0	2,05	7,55
2040	2741	126,0	756,1	3622,8	2,10	7,62
2041	2676	127,5	765,1	3568,4	2,16	7,70

Tabla 4.7: Toneladas de RSU generados en temporadas bajas (período abril-noviembre) en las Islas del Delta de Tigre en los 20 años de proyecto. Fuente: Elaboración propia.

Temporada Baja (abril-noviembre)			
Año	Habitantes Delta	GPC (kg/hab.día)	RSU (tn/día)

2021	4323	1,31	5,66
2022	4220	1,34	5,67
2023	4120	1,38	5,67
2024	4023	1,41	5,68
2025	3927	1,45	5,68
2026	3834	1,48	5,69
2027	3743	1,52	5,70
2028	3655	1,56	5,70
2029	3568	1,60	5,71
2030	3484	1,64	5,71
2031	3401	1,68	5,72
2032	3320	1,72	5,72
2033	3242	1,77	5,73
2034	3165	1,81	5,73
2035	3090	1,86	5,74
2036	3017	1,90	5,74
2037	2945	1,95	5,75
2038	2875	2,00	5,75
2039	2807	2,05	5,76
2040	2741	2,10	5,76
2041	2676	2,16	5,77

Las toneladas de RSU totales generadas en las Islas del Delta de Tigre durante los 20 años de proyecto serán 47.290,29 tn.

4.3 Disposición inicial selectiva

Como se mencionó anteriormente, la gestión de los residuos inicia con una separación inicial en origen, en la cual los residentes deberán separar sus residuos en las siguientes cinco (5) corrientes principales:

1. **Residuos Reciclables:** Papel, cartón, plástico, vidrio, metales ⇒ **34,09% RSU.**
2. **Residuos alimenticios (compostable/biodigestable):** Restos alimenticios ⇒ **26,7/31,46 % RSU.**

3. **Residuos Restos:** Pañales, misceláneos, restos textiles, corcho, goma y cuero ⇒ **11,94% RSU.**
4. **Residuos Voluminosos:** RAEEs, construcción y demolición, madera, neumáticos, poda y jardín ⇒ **22,15% RSU.**
5. **Residuos Especiales:** Pilas, baterías, aerosoles, pinturas, productos con mercurio, pesticidas, productos farmacéuticos, barnices, agentes de limpieza, desinfectantes, aceite vegetal usado ⇒ **0,36 % RSU.**

Para el caso de los residuos alimenticios, se trabajarán dos porcentajes distintos en el caso de optar por la *Alternativa I* o la *Alternativa II*, ya que, como se mencionó anteriormente, todos los residuos alimenticios pueden ser biodigestados anaeróbicamente, pero no todos pueden ser compostados. Es así que para la *Alternativa I* (tratamiento de orgánicos mediante compostaje domiciliario), habrá un 15% del total de restos alimenticios, que se sumará a la corriente restos (explicado previamente en el *Capítulo 2.3*).

De esta forma se necesitarán dos contenedores (reciclables y restos) y una compostera o biodigestor anaerobio domiciliarios (residuos alimenticios). Los residuos especiales, deberán ser trasladados individualmente al Punto Verde por lo que no necesitan un contenedor inicial. Por último, al generar residuos voluminosos se deberá solicitar un turno de retiro por el hogar, por lo que tampoco se necesitará un contenedor inicial.

A partir de los porcentajes detallados anteriormente de las cinco corrientes propuestas, se desglosó la GPC para los años del proyecto, en cada una de las corrientes. De esta forma se puede observar en la *Tabla 4.8* las generaciones per cápita de las cinco corrientes descritas anteriormente para los años 2021, 2031 y 2041.

Tabla 4.8: Generación per cápita para las distintas corrientes existentes para los años 2021, 2031 y 2041. Fuente: Elaboración propia.

Corrientes	GPC (kg/hab.día)		
	2021	2031	2041
Reciclables	0,447	0,573	0,735
Compostables	0,350	0,449	0,577
Biodigestables	0,412	0,529	0,678
Restos	0,156	0,201	0,257
Voluminosos	0,290	0,372	0,478
Especiales	0,005	0,006	0,008

4.3.1 Contenerización inicial

Para la disposición inicial selectiva con contenerización de las corrientes de residuos restos y reciclables, se diseñaron dos modelos de contenedores distintos debido a la variedad de situaciones ambientales existentes en las Islas del Delta de Tigre, como se comentó previamente en el *Capítulo 2.7*. Es así que se diseñaron modelos capaces de adaptarse a las condiciones y adversidades ambientales existentes tanto en el frente de avance del Delta de Tigre, como en el resto del territorio. Esto se debe principalmente a que el frente de avance de las islas es la zona más inundable, viéndose mucho más afectado durante mareas extraordinarias y sudestadas. Además, para cada modelo, se diseñaron dos versiones, una para lo asumido en el presente proyecto como grandes generadores (escuelas, restaurantes, clubes, hoteles y campings) y otra para pequeños generadores (hogares) ya que se diferencian en el volumen necesario para el almacenamiento de residuos. Es así que se cuenta con los siguientes dos modelos:

1. Contenedores Modelo I: Delta de Tigre NO (Noroeste).
2. Contenedores Modelo II: Delta de Tigre SE (Sureste).

A continuación, en la *Figura 4.5* se pueden observar las dos zonas propuestas para la utilización de los distintos modelos de contenerización inicial.

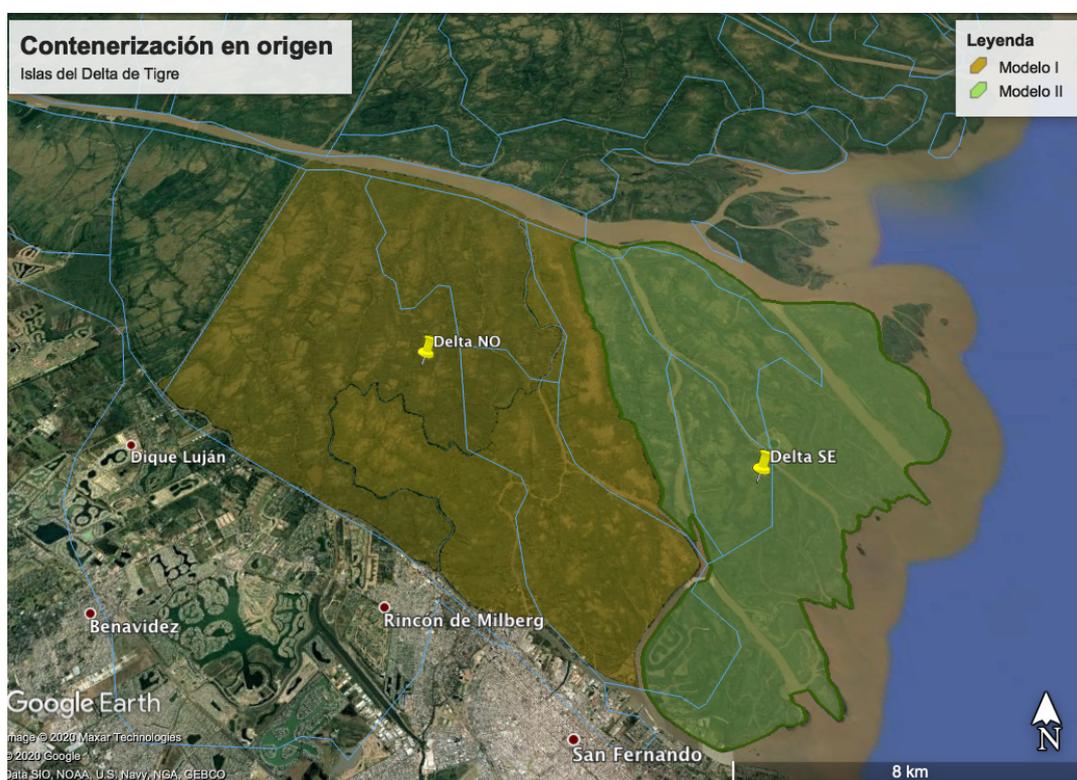


Figura 4.5: Zonas propuestas para la utilización de los distintos modelos de contenedores para la disposición inicial selectiva en origen. Fuente: Elaboración propia a partir de Google Earth.

En ambos casos el diseño contempló las problemáticas actuales relacionadas a la disposición inicial de los residuos en un ambiente natural, sobre cuerpos de agua. Entre estas se encuentran los aumentos extraordinarios de mareas causantes del vuelco directo de los residuos, roturas de bolsas debido al acceso de roedores, perros y más animales locales, disipación de los residuos debido al viento y la lluvia, y vuelco de lixiviados sobre el río debido a la descomposición de la materia orgánica. Por lo tanto, la principal diferencia de diseño entre ambos modelos será la altura de los mismos. De esta forma, las características de los contenedores iniciales para las corrientes de residuos restos y reciclables generados en las Islas del Delta de Tigre serán las siguientes:

- Cerrados.
- Con sistema de apertura manual para usuarios con traba a presión.
- Elevados (Modelo I: 0,6 m; Modelo II: 0.8 m).
- En armonía con el ambiente.
- Con estructura de hierro capaz de resistir la intemperie, protegido con pintura epóxica.
- Con escaleras de hierro para la fácil disposición de los residuos, también protegidas con pintura epóxica.
- Con apertura superior para usuarios y lateral para recolectores (con candado).



Figura 4.6: Ejemplo de diseño de contenedores iniciales, con tapa, metálicos y elevados. Fuente: Empresa Nomen.

En la *Figura 4.6* se muestra un ejemplo de contenedores para la disposición inicial de los residuos. En su interior, cada contenedor contará con bolsones de polipropileno (ver *Figura 4.7*) de las medidas correspondientes para cada caso, las cuales serán de color blanco para la corriente restos y verde para la corriente reciclables. Estos bolsones facilitarán la maniobra del recolector a la hora de cargar los residuos en las lanchas y además disminuirán los riesgos de vuelcos de residuos sobre el cuerpo de agua.



Figura 4.7: Ejemplo de bolsones de polipropileno, Big Bags.

En la *Tabla 4.9* se detallan las dimensiones correspondientes para los contenedores diseñados para grandes y pequeños generadores. Los mismos son iguales para ambos modelos, diferenciándose únicamente en la elevación de cada uno.

Tabla 4.9: Dimensiones de los contenedores utilizados para restos y reciclables en grandes y pequeños generadores para ambos modelos. Fuente: Elaboración propia.

Modelos I y II	Pequeños Generadores	Grandes Generadores
Volumen (L)	100	1000
Altura (m)	0,6	0,86
Profundidad (m)	0,41	0,86
Largo (m)	0,41	1,35

Es importante resaltar que el diseño de los sistemas y equipos para la gestión integral de los RSU no puede realizarse a partir de datos actuales de generación per cápita (GPC) y composición física, sino que sobre estimaciones de generación y composición que se van a presentar en los próximos años. De lo contrario pueden ocurrir varios problemas relacionados

a cambios en el hábito de consumo, cambios en los materiales utilizados y cambios en la densidad poblacional, entre otros (Zafra Mejía, C. A., 2009).

Es así como las dimensiones para los contenedores se diseñaron contemplando los 20 años del proyecto, considerando las proyecciones tanto de los tres tipos de población presentes en las Islas (permanente, temporaria y visitante), como también la proyección de la generación per cápita de residuos por parte de los habitantes. De todas formas, es recomendable realizar una revisión cada cinco (5) años aproximadamente del sistema de contenerización y de la generación per cápita, para garantizar la eficiencia de los contenedores, evitando, ante todo, el colapso del sistema diseñado.

Para el diseño, se utilizó como densidad de la corriente de residuos reciclables un promedio de las densidades presentes en la composición de los reciclables de Tigre, resultando ésta en 89,7 kg/m³. Para el cálculo de esta se utilizaron los datos típicos de densidad de los componentes de los RSU según Tchobanoglous (Tchobanoglous, G., Theissen, H., & Eliassen, R., 1982). Por otro lado, para la corriente restos, se utilizó la densidad aportada por el estudio del CEAMSE en conjunto con la FIUBA en el 2010, siendo ésta de 360 kg/m³. Además, se consideraron los kilogramos diarios de cada corriente generados por habitante al 2041, tanto en temporadas altas como bajas, asumiendo que en un hogar habitan cuatro (4) personas en temporadas bajas y diez (10) en temporadas altas (debido a visitantes), y para el caso de los grandes generadores, se asumieron cuarenta (40) personas en temporadas bajas y cien (100) en temporadas altas. Vale aclarar que, a pesar de que en las encuestas realizadas a los isleños se obtuvo un promedio de habitantes por hogar de tres (3) personas, se decidió asumir cuatro (4) para evitar sobre cargas de los contenedores, principalmente en las familias compuestas por cuatro o más habitantes.

A partir del cálculo de los kilogramos generados al día tanto en pequeños como grandes generadores, en temporadas altas y bajas, se obtuvieron las frecuencias de recolección necesarias a lo largo de los 20 años de proyecto (ver *Tabla 4.10*). De los resultados se observa que la frecuencia de recolección debe aumentar al pasar los años. Por otro lado, las zonas con variaciones poblacionales debido a las temporadas altas y bajas contarán con distintas frecuencias de recolección a lo largo del año, mientras que las zonas sin variaciones se verán constantes durante los 365 días del año.

Tabla 4.10: Cálculo de frecuencias de recolección y almacenamiento máximo necesario de las corrientes Restos y Reciclables para los años 2021, 2031 y 2041. Fuente: Elaboración Propia.

2021						
	Corrientes	Generación Pequeños Generadores (kgRSU/día)	Generación Grandes Generadores (kgRSU/día)	Frec.	Vol. día pico Pequeños Generadores (l)	Vol. día pico Grandes Generadores (l)
ALTA	Reciclables	4,47	44,70	4	99,67	996,66
	Restos	1,56	15,60	2	17,33	173,33
BAJA	Reciclables	1,79	17,88	2	79,73	797,32
	Restos	0,62	6,24	2	6,93	69,33
2031						
ALTA	Reciclables	5,73	57,30	7	63,88	638,80
	Restos	2,01	20,10	2	22,33	223,33
BAJA	Reciclables	2,29	22,92	3	76,66	766,56
	Restos	0,80	8,04	2	8,93	89,33
2041						
ALTA	Reciclables	7,35	73,50	7	81,94	819,40
	Restos	2,57	25,70	2	28,56	285,56
BAJA	Reciclables	2,94	29,40	3	98,33	983,28
	Restos	1,03	10,28	2	11,42	114,22

Para determinar la cantidad total de contenedores grandes y pequeños necesarios, se consideró la cantidad total de habitantes permanentes (estimando cuatro habitantes por hogar) y establecimientos considerados como grandes generadores al 2021. Este último se determinó a partir de la lista de establecimientos presentes en las Islas del Delta de Tigre, detallados en el Plan de Manejo de estas, contando así con un total de 120 establecimientos

considerados como grandes generadores para el proyecto corriente. De esta forma, se obtiene que se necesitan colocar un total de 240 grandes contenedores y 2.162 pequeños contenedores, considerando ambas corrientes (restos y reciclables).

4.4 Recolección diferenciada de residuos

La recolección de las dos corrientes de residuos (restos y reciclables) será de forma fluvial y se ejecutará mediante la modalidad de recolección manual en acera, siendo en este caso sobre el río, de muelle en muelle. De esta forma, los residuos serán recolectados manualmente y cargados en las lanchas recolectoras, las cuales se encargan de su transporte hasta la Estación de Transferencia Multipropósito (ETM). Ambas corrientes se cargan en conjunto en las lanchas y se separarán en la ETM según los distintos colores de los bolsones de polipropileno que contienen los residuos.

En total, el circuito contará con una recolección primaria para ambas corrientes, liderada por embarcaciones de baja carga, y continuará con una recolección secundaria exclusivamente para la corriente restos a cargo de camiones volquete, los cuales la transportarán hasta el relleno sanitario CEAMSE para su disposición final. El área total a brindar el servicio es de 220 km² y se propone abarcar el 100% de la población isleña.

4.4.1 Sectorización

Para realizar el diseño de la ruta de recolección de las corrientes de residuos restos y reciclables, se comenzó con la división de las Islas del Delta de Tigre en tres (3) zonas definidas a partir de la densidad poblacional existente al 2011 (INDEC), información aportada por el Plan de Manejo de las Islas del Delta de Tigre (Fundación Metropolitana, Municipalidad de Tigre, 2012). En la *Figura 4.8* se puede observar el mapa de sectorización realizado para las Islas.

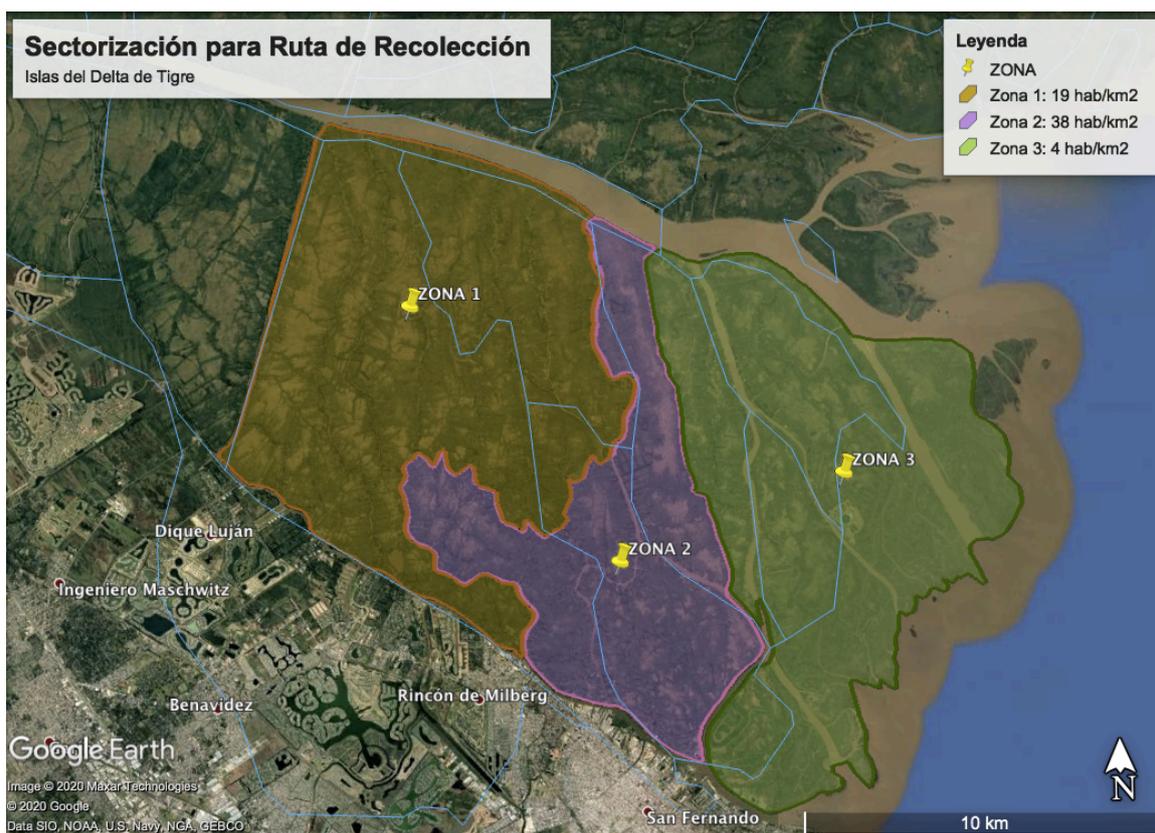


Figura 4.8: Mapa de sectorización de las Islas del Delta de Tigré según la densidad poblacional aproximada para el 2026. Fuente: Elaboración propia mediante Google Earth.

El diseño de las rutas de recolección se realiza por períodos de cinco (5) años y, por lo tanto, a continuación, se desarrollará el diseño para el periodo 2021-2026. Al terminar este primer ciclo, se deberán verificar y rediseñar las rutas en caso de ser necesario. Esto se debe a factores de planeación urbana y distribuciones del crecimiento o decrecimiento poblacional a lo largo de los años. En la *Tabla 4.11* se detallan las características de las tres zonas seleccionadas, junto con la generación per cápita de ambas corrientes al año 2026 y la densidad poblacional tanto en baja como en alta temporada.

Tabla 4.11: Características de las zonas de la sectorización realizada, en temporadas altas y bajas. Fuente: Elaboración propia.

2026		BAJA	ALTA		
Zona	Superficie (km ²)	Densidad poblacional (hab/km ²)	Densidad poblacional (hab/km ²)	GPC Restos (kg/hab.día)	GPC Reciclables (kg/hab.día)
1	96,3	18,4	20,3	0,18	0,5
2	54	32,7	43,1		
3	81,7	3,7	3,7		

La densidad poblacional presente al 2026 se estimó considerando la última información al respecto realizado por el INDEC en el 2011 (ver *Figura 4.9*), la cantidad de habitantes diarios proyectados al 2026 tanto para temporadas altas como bajas, y el mapa de hoteles y cabañas (ver *Figura 4.10*) disponibles para recibir huéspedes aportado por la página de alojamiento oficial de las Islas de Delta de Tigre, denominada "Via Tigre". Como se puede observar en la *Tabla 4.11*, las *Zonas 1 y 2* cuentan con temporadas altas y bajas, mientras que la *Zona 3* es puramente residencial, sin variación poblacional a lo largo del año.

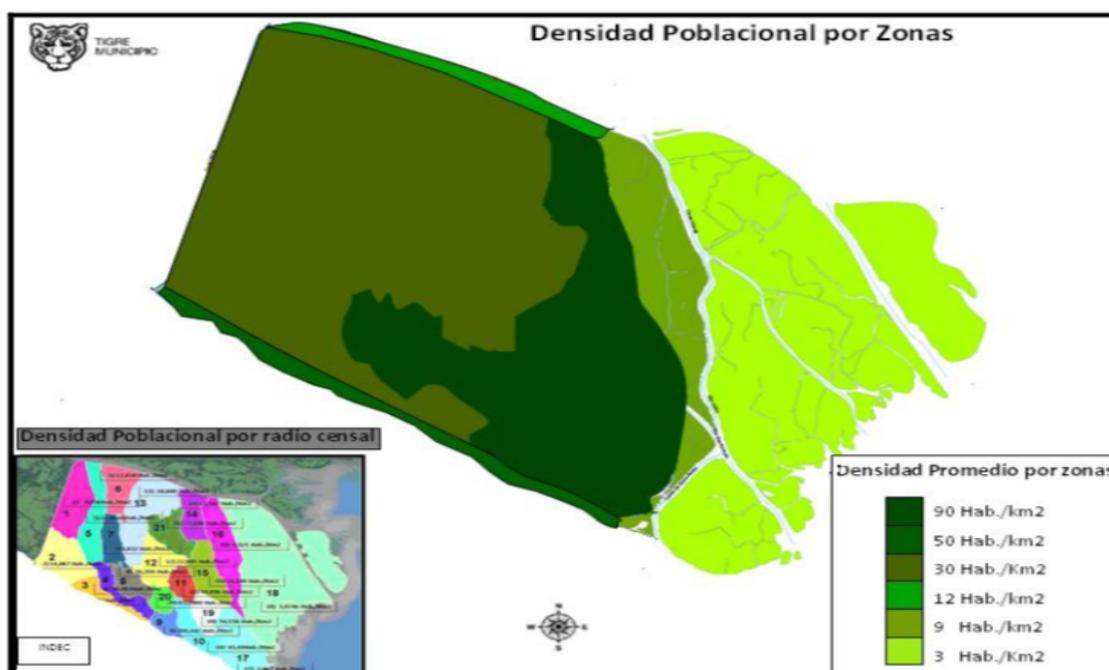


Figura 4.9: Densidad poblacional de las Islas del Delta de Tigre. Fuente: Fundación Metropolitana, Municipalidad de Tigre, 2012, basado en datos del INDEC 2011.

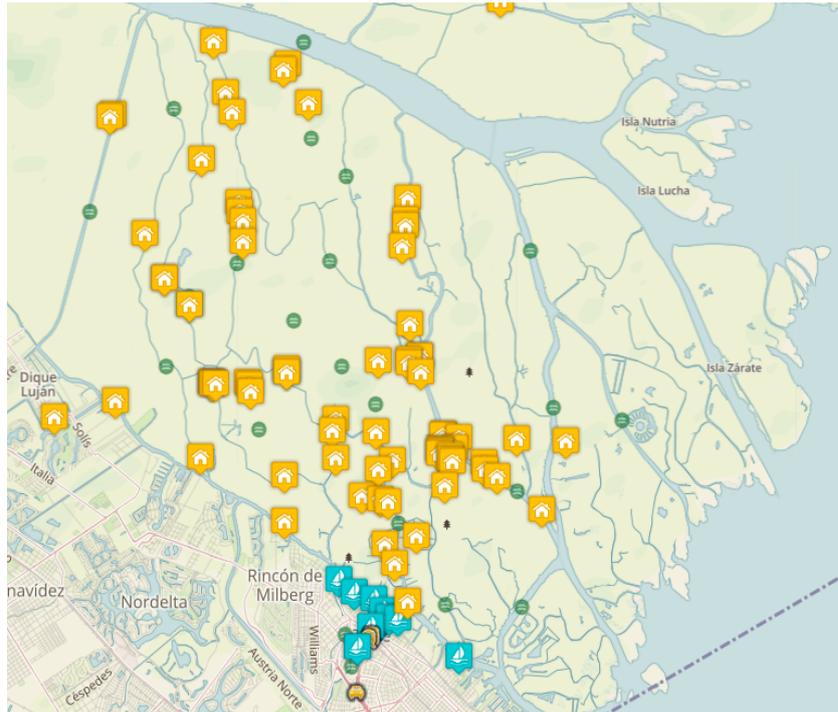


Figura 4.10: Mapa de alternativas de hospedaje (hoteles y cabañas) en las Islas del Delta de Tigre. Fuente: Via Tigre, 2020.

Para realizar la recolección de residuos se necesitarán seis (6) lanchas cabinadas de 9,8 m de eslora las cuales cuentan con una carga máxima de seis (6) tn y contenedores con un volumen de 19,27 m³, sin compactación (ver *Capítulo 4.4.2.2*). De está forma, se calcularon, mediante la *Ecuación 4.4*, las toneladas diarias a transportar por viaje, tomando como limitación la carga máxima y el volumen disponible en las lanchas. Además, se utilizarán para la recolección de residuos voluminosos otras dos (2) lanchas sin cabina de 6,2 m de eslora y dos (2) gomones semirrígidos de 4,3 m de eslora para los casos de marea baja, logrando así, acceder a arroyos más angostos o menos profundos. Es así que de la flota actual de recolección, se utilizarán solo diez (10) embarcaciones, de las cuales seis (6) necesitarán ser adaptadas. Por lo tanto, quedan otras seis (6) embarcaciones (dos chatas y dos lanchas cabinadas) en desuso por el presente proyecto.

Ecuación 4.4

$$\frac{Tn}{\text{día. viaje}} = \left(\frac{d. de generación}{d. de recolección} \times DPS [km^2] \times \delta_{pob} \left[\frac{hab}{km^2} \right] \times GPC \left[\frac{kg}{hab. día} \right] \right) \% 1000 \frac{kg}{tn}$$

Dónde:

- ❖ d. de generación: Los días de generación de residuos.
- ❖ d. de recolección: Los días de recolección de residuos.
- ❖ DPS: Dimensiones por sector.

- ❖ δ_{pob} : Densidad poblacional.
- ❖ GPC: Generación per cápita.

En la **Zona 1** y **Zona 2**, al año 2026 la frecuencia de recolección para la corriente restos será de dos (2) días a la semana, tanto en temporadas bajas como altas, mientras que para la corriente de reciclables será de dos (2) días a la semana en temporadas bajas y siete (7) días a la semana en temporadas altas. Por otro lado, la **Zona 3** mantendrá como frecuencia anual, dos (2) días a la semana tanto para la corriente de residuos restos como para los reciclables. En la *Tabla 4.12* se detallan las frecuencias semanales de recolección para cada corriente según zona y época del año.

Tabla 4.12: Frecuencia semanal de recolección para las corrientes de residuos restos y reciclables según zona y época del año. Fuente: Elaboración propia.

Zona	Corrientes	Frecuencia de Recolección	
		BAJA	ALTA
1	Reciclables	2	7
	Restos	2	2
2	Reciclables	2	7
	Restos	2	2
3	Reciclables	2	2
	Restos	2	2

Al obtener las toneladas a recolectar por viaje y así, el volumen necesario para transportarlas, se calcularon las cantidades de lanchas necesarias por viaje en cada zona y en cada periodo del año, dividiendo este en abril-noviembre y diciembre-marzo. De esta forma se obtuvo que para el **periodo abril-noviembre** se van a necesitar en total cinco (5) lanchas, distribuidas de la siguiente forma: dos (2) para la **Zona 1**; otras dos (2) para la **Zona 2**; y una (1) para la **Zona 3**. Por otro lado, para el **periodo diciembre-marzo** se necesitarán tres (3) lanchas, distribuidas: una (1) para la **Zona 1** la cual se encargará de recolectar la corriente de residuos reciclables los siete días de la semana de los cuales dos (2) días juntará también la corriente restos; una (1) para la **Zona 2** la cual hará lo mismo; y una (1) última para la **Zona 3** al igual que en el anterior periodo. De esta forma, se obtiene la mayor eficiencia en relación con el volumen disponible en las lanchas y las toneladas a recolectar. En la *Tabla 4.13* se pueden observar los resultados para cada zona.

Tabla 4.13: Tonelaje a recolectar por viaje para las distintas corrientes y zonas, cantidad de lanchas necesarias para los periodos abril-noviembre y diciembre-marzo al 2026. Fuente:

Elaboración propia.

2026						Periodos del año	
Zona	Corrientes	BAJA	ALTA	BAJA	ALTA	abr-nov	dic-mar
		Toneladas x viaje		Volumen (m3)		N° Lanchas x viaje	
1	Reciclables	3,1	1,0	34,5	10,9	2	1
	Restos	1,1	1,2	3,1	3,4		
2	Reciclables	3,1	1,2	34,5	13,0	2	1
	Restos	1,1	1,5	3,1	4,1		
3	Reciclables	0,5	-	5,9	-	1	1
	Restos	0,2	-	0,5	-		
Total Lanchas necesarias x periodo						5	3

Como se puede observar en la *Tabla 4.13*, es ideal contar con seis lanchas ya que de está forma, durante el **periodo abril-noviembre** se cuenta con una de repuesto en caso de existir problemas con los motores o cualquier tipo de inconveniente en las lanchas en uso.

Por otro lado, durante el **periodo diciembre-marzo**, quedarán tres lanchas de repuesto ya que solo tres necesitarán estar en uso, lo cual es acorde ya que durante esos meses se necesitarán dos lanchas que realicen viajes todos los días de la semana, por lo que la probabilidad de que cuenten con algún inconveniente aumenta. De esta forma, se logra reducir la probabilidad de tener que pausar el servicio a lo largo del año.

4.4.2 Ruta de recolección

Las Islas del Delta de Tigre se logran navegar por sus canales en un total de 400 km aproximadamente (Google Earth). De está forma se accede a cada hogar, logrando brindar un servicio de recolección que abarque el 100% del territorio. En la *Figura 4.11* se observa la ruta total (en color blanco) diseñada para la recolección de las corrientes de residuos restos y reciclables para las Islas del Delta de Tigre.

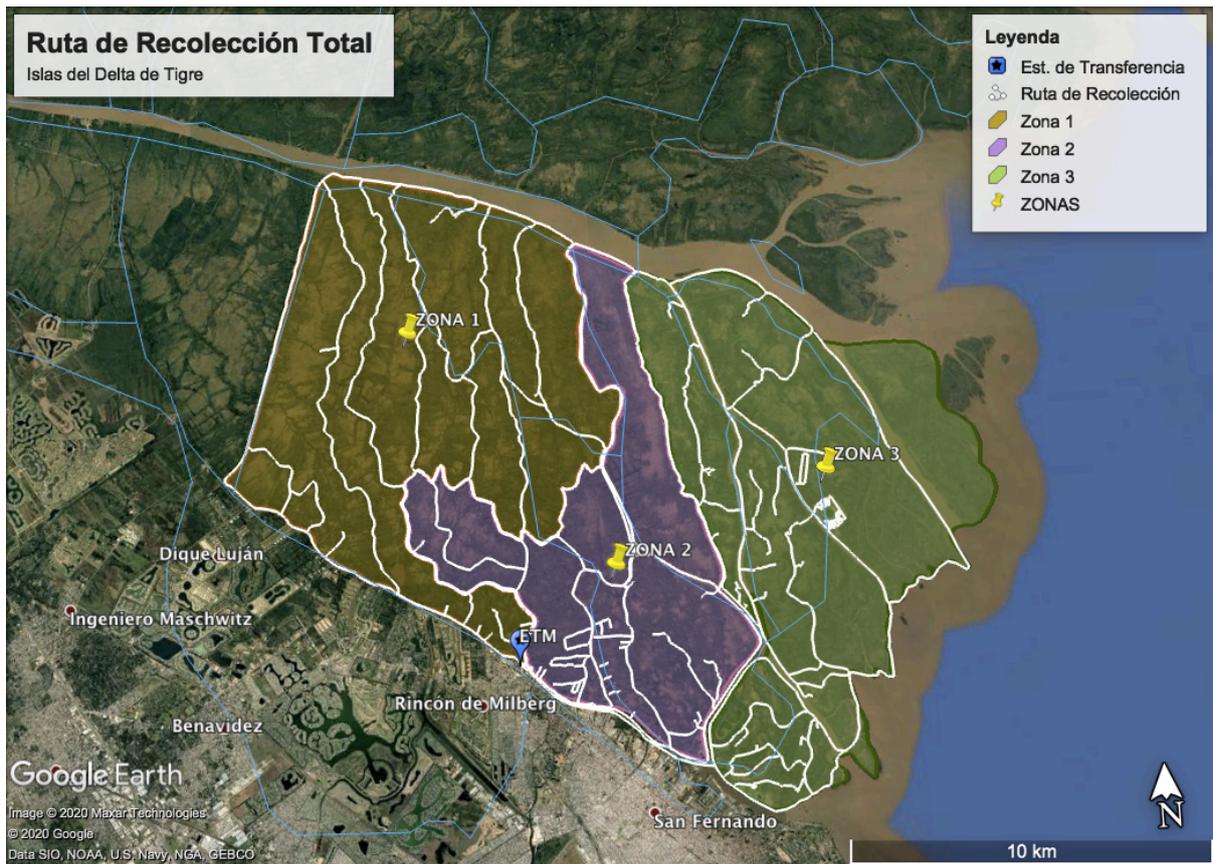


Figura 4.11: Ruta de recolección de corrientes de residuos restos y reciclables para las Islas del Delta de Tigre. Fuente: Elaboración propia mediante Google Earth.

Sobre los canales limítrofes entre las zonas de distintas densidades, cada embarcación responsable de la zona se encarga de su correspondiente costa. A continuación, se desarrollarán los distintos recorridos de recolección para las tres zonas diferenciadas, y las variaciones a lo largo del año según los periodos abril-noviembre y diciembre-marzo. Como velocidad promedio de las lanchas recolectoras se consideró 13,5 nudos lo que equivale a 25 km/h.

Recolección Zona 1

Como se mencionó anteriormente, la **Zona 1** cuenta con variación poblacional a lo largo del año debido a la recepción de turistas y visitantes. Es por esto que se cuenta con dos sistemas de recolección distintos para la misma. En la *Tabla 4.14* se detallan los kilómetros recorridos por cada lancha, el tiempo de viaje y la carga máxima que recolectan y transportan hasta la Estación de Transferencia Multipropósito, para los dos periodos en cuestión. Para el periodo diciembre-marzo la carga máxima equivale a la que cargan los dos días de la semana que recolectan ambas corrientes de residuos (restos y reciclables), los otros cinco días recolectan solamente reciclables.

Tabla 4.14: Características de las lanchas a cargo de la Zona 1. Fuente: Elaboración propia.

Zona 1				
Periodo	Lancha	Recorrido de recolección (km)	Tiempo de viaje (hs)	Carga máx total (tn)
abr-nov	N°1	74,93	3,00	2,1
	N°2	78,11	3,12	2,1
dic-mar	N°1	149,04	5,96	2,2

En las Figuras 4.12 y 4.13 se observan las rutas de recolección de cada lancha a cargo de la Zona 1 para los periodos abril-noviembre y diciembre-marzo.

→ **Periodo abril – noviembre**

En color blanco se marca el recorrido de la lancha N°1 y en color negro el recorrido de la lancha N°2.

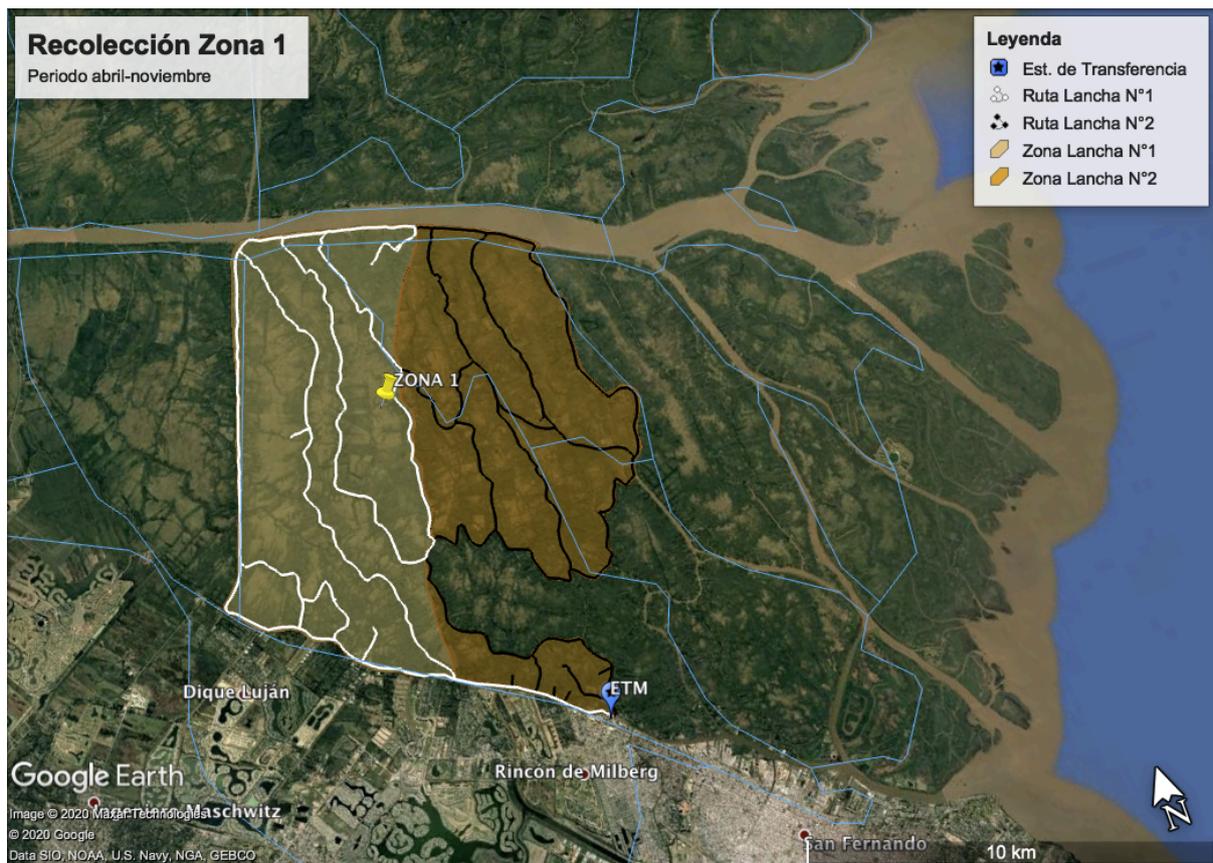


Figura 4.12: Rutas de recolección de corrientes de residuos restos y reciclables para la Zona 1 durante el periodo abril-noviembre. Fuente: Elaboración propia mediante Google Earth.

→ **Periodo diciembre – marzo**

En color blanco se marca el recorrido de la única lancha requerida durante ese periodo, la lancha N°1

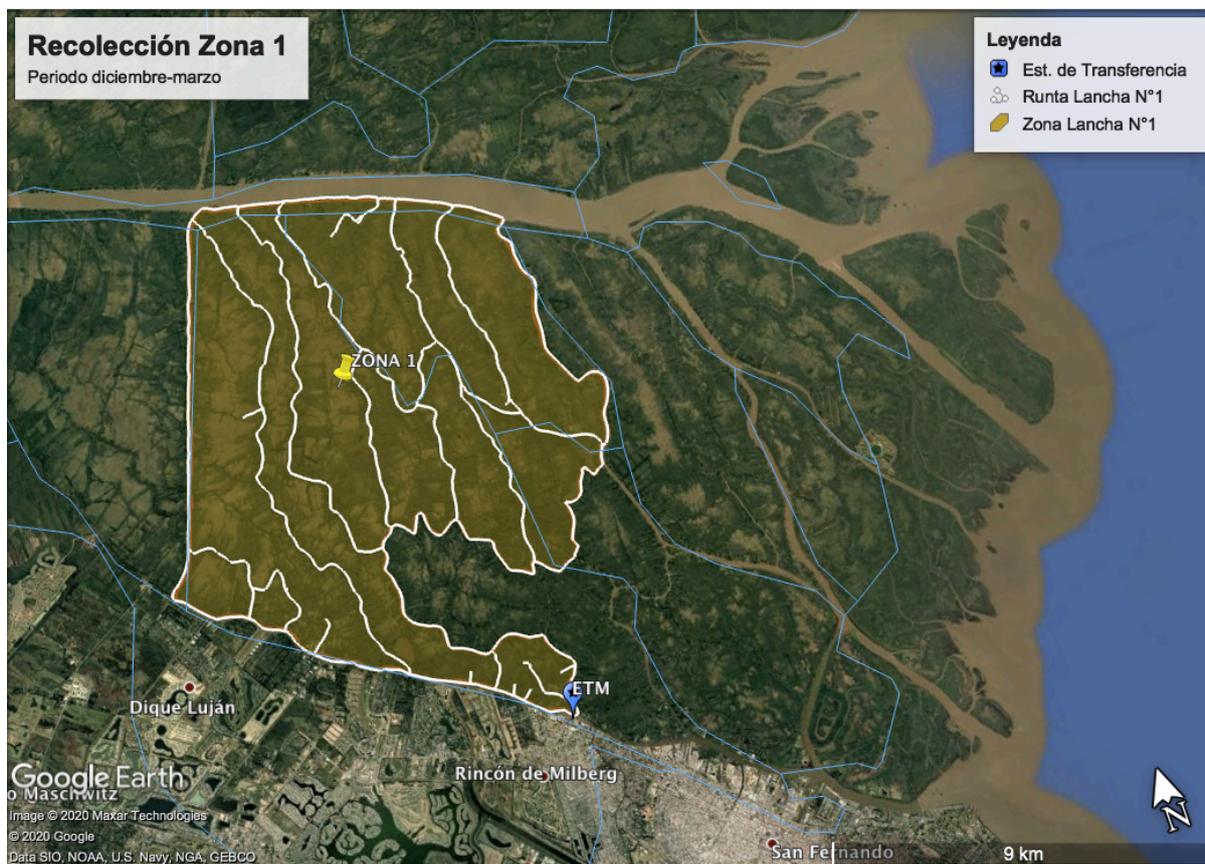


Figura 4.13: Rutas de recolección de corrientes de residuos restos y reciclables para la Zona 1 durante el periodo diciembre-marzo. Fuente: Elaboración propia mediante Google Earth.

Recolección Zona 2

Al igual que la **Zona 1**, la **Zona 2** cuenta con variación poblacional a lo largo del año, y es por esto que también cuenta con dos sistemas de recolección distintos. En la *Tabla 4.15* se detallan los kilómetros recorridos por cada lancha, el tiempo de viaje y la carga máxima que recolectan y transportan hasta la Estación de Transferencia Multipropósito, para los dos periodos en cuestión. En este caso, la carga máxima para el periodo diciembre-marzo, también equivale a la que cargan los dos días de la semana que recolectan ambas corrientes de residuos (restos y reciclables).

Tabla 4.15: Características de las lanchas a cargo de la Zona 2. Fuente: Elaboración propia.

Zona 2				
Periodo	Lancha	Recorrido de recolección (km)	Tiempo de viaje (hs)	Carga máx total (tn)
abr-nov	N°1	55,84	2,23	2,1
	N°2	60,47	2,42	2,1
dic-mar	N°1	111,31	4,45	2,6

En las Figuras 4.14 y 4.15 se observan las rutas de recolección de cada lancha a cargo de la **Zona 2** para los periodos abril-noviembre y diciembre-marzo.

→ **Periodo abril – noviembre**

En color blanco se marca el recorrido de la lancha N°1 y en color negro el recorrido de la lancha N°2.

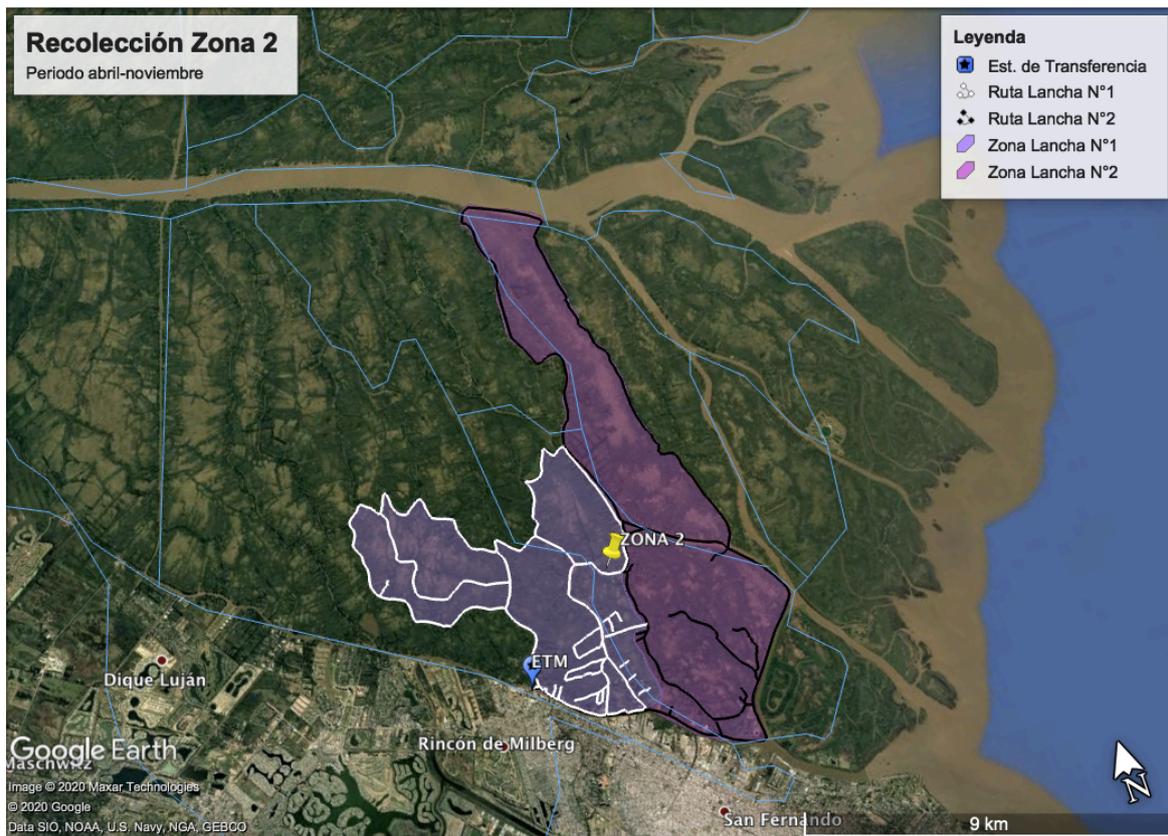


Figura 4.14: Rutas de recolección de corrientes de residuos restos y reciclables para la Zona 2 durante el periodo abril-noviembre. Fuente: Elaboración propia mediante Google Earth.

→ **Periodo diciembre – marzo**

En color blanco se marca el recorrido de la única lancha requerida durante ese periodo, la lancha N°1

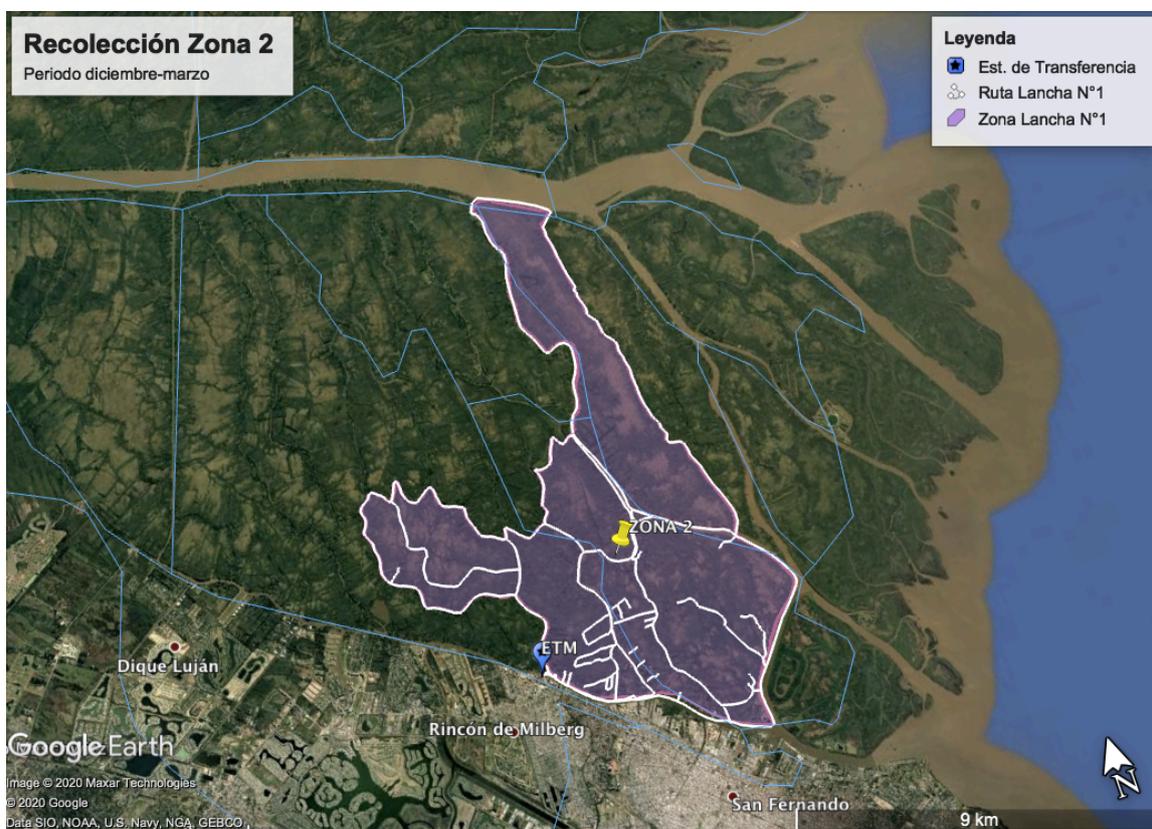


Figura 4.15: Rutas de recolección de corrientes de residuos restos y reciclables para la Zona 2 durante el periodo diciembre-marzo. Fuente: Elaboración propia mediante Google Earth.

Recolección Zona 3

En la **Zona 3** la densidad poblacional se mantiene constante a lo largo del año por lo que el sistema de recolección será siempre el mismo. En la *Tabla 4.16* se detallan los kilómetros recorridos por la lancha, el tiempo de viaje y la carga máxima que recolecta y transporta hasta la Estación de Transferencia Multipropósito. En las *Figura 4.16* se observa la ruta de recolección de la lancha a cargo de la **Zona 3** a lo largo del año. En color blanco se marca el recorrido de la única lancha requerida durante todo el año.

Tabla 4.16: Características de la lancha a cargo de la Zona 3. Fuente: Elaboración propia.

Zona 3				
Periodo	Lancha	Recorrido de recolección (km)	Tiempo de viaje (hs)	Carga máx total (tn)
Anual	N°1	118,97	4,76	0,7



Figura 4.16: Ruta de recolección de corrientes de residuos restos y reciclables para la Zona 3 durante todo el año. Fuente: Elaboración propia mediante Google Earth.

4.4.2.1 Consumo de combustible

Por último, se realizó el cálculo del consumo de combustible total para los periodos abril-noviembre y diciembre-marzo, obteniendo un consumo anual de 11.563 litros. Para el consumo teórico se consideró la velocidad a la que circulan las lanchas recolectoras y la presencia de dos motores fuera de borda de 40 hp, con nafta como combustible. Este consumo se consideró a la hora de calcular el costo anual de operación y mantenimiento de la GIRSU en el *Capítulo 6.2*.

Tabla 4.17: Cálculo de consumo de combustible para los distintos periodos analizados. Fuente: Elaboración propia.

Periodo	Lancha	Recorrido de recolección (km)	Consumo teórico (l/km)	Consumo de combustible (l)	Consumo semanal (l)	Consumo total periodo (l)
abr-nov	Z1 - LN°1	74,93	0,2	14,99	29,97	4.970,50
	Z1 - LN°2	78,11		15,62	31,24	

	Z2 - LN°1	55,84	11,17	22,34	
	Z2 - LN°2	60,47	12,09	24,19	
	Z3 - LN°1	118,97	23,79	47,59	
dic-mar	Z1 - LN°1	149,04	29,81	208,66	6.593,25
	Z2 - LN°1	111,31	22,26	155,83	
	Z3 - LN°1	118,97	23,79	47,59	
Consumo Anual Total					11.563,74

4.4.2.2 Diseño Lanchas

Como se mencionó anteriormente, para la recolección de residuos se utilizarán seis (6) lanchas cabinadas de 9,8 m de eslora para las corrientes de residuos restos y reciclables, dos (2) lanchas sin cabina de 6,2 m de eslora para la corriente voluminosos, y dos (2) gomones semirrígidos de 4,3 m de eslora para los casos de marea baja o directamente para lograr acceder a arroyos más angostos o menos profundos. Es así, que se necesita para el presente proyecto una flota total de diez (10) embarcaciones preexistentes, de las cuales es necesario adaptar solamente las seis (6) encargadas de la recolección de las corrientes de residuos restos y reciclables. En la *Figura 4.17* se puede observar un mapa con los distintos niveles de calado presentes en las Islas del Delta de Tigre.

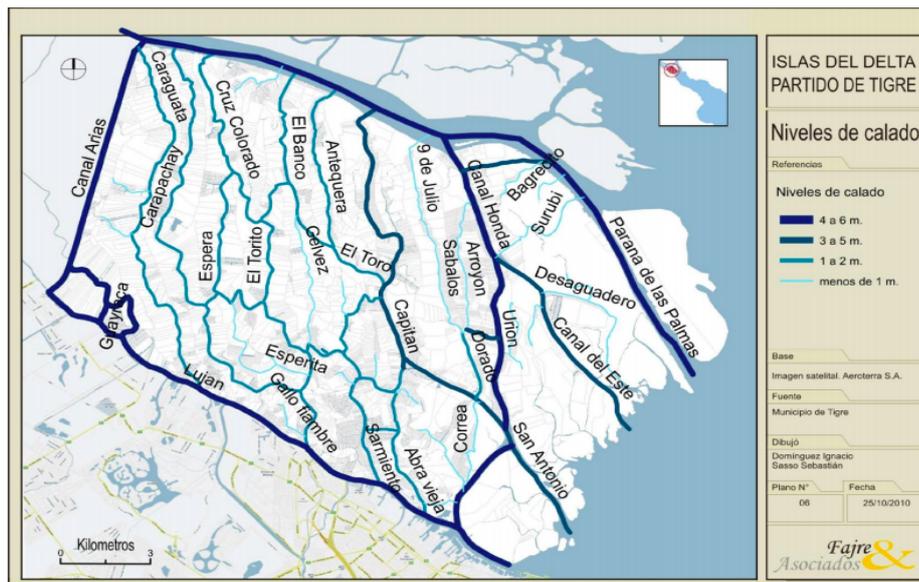


Figura 4.17: Niveles de calado de las Islas del Delta de Tigre. Fuente: Fundación Metropolitana, Municipalidad de Tigre, 2012.

De esta forma, para las seis lanchas en cuestión, se propone una acción provisoria y otra permanente. El objetivo es comenzar rápidamente con la provisoria y luego avanzar hacia la definitiva, la cual es más costosa y requiere de una mayor capacitación de los operarios.

El objetivo principal del diseño de las lanchas es lograr una recolección de residuos sin derrames de los mismos. Por lo tanto, como acción provisoria, se propone un acopiado directo de los bolsones de polipropileno (Big Bags) dentro de las lanchas, descargándolos en tierra mediante una pluma fija. Así, se reduce la posibilidad de derrames de residuos al cuerpo de agua tanto al momento de la carga en la lancha, como durante el transporte hasta la Estación de Transferencia Multipropósito, donde, debido a la velocidad de las lanchas, las bolsas sueltas pueden caer fácilmente si no cuentan con algún tipo de contención a bordo. Por otro lado, en el caso de las restantes cuatro (4) embarcaciones que no requieren adaptación, se utilizarán siempre los bolsones de polipropileno para trasladar los residuos. En la *Figura 4.18* se observa un ejemplo de esta metodología de recolección.



Figura 4.18: Ejemplo de metodología de recolección fluvial de residuos. Fuente: Scalo Fluviale Societa Cooperativa, Venecia, Italia, 2020.

Por otro lado, como acción permanente, se propone una adaptación de las lanchas recolectoras utilizadas actualmente para la recolección, mediante la incorporación de

contenedores removibles. En la *Figura 4.19* se observa un ejemplo de esta metodología de recolección. Los mismos serán diseñados para las lanchas de 9,8 m de eslora, por lo que, considerando los espacios para movimiento de los operarios, el área ocupada por la cabina y una altura del contenedor de hasta 20 cm por encima de la altura de la lancha, se obtiene una capacidad de 19,27 m³ calculada mediante la *Ecuación 4.5*.

Ambas corrientes serán insertadas en los contenedores de las lanchas sin compactación. Cada lancha contará con dos contenedores de 9,62 m³ (ver *Ecuación 4.6*), con 2,96 m de largo, 2,5 m de ancho y 1,3 m de altura, y dos aperturas por banda cada uno. En la *Figura 4.20* se puede observar una vista lateral de las lanchas recolectoras para el Delta de Tigre, con los dos contenedores diseñados.

Una vez amarrados en tierra, en la Estación de Transferencia Multipropósito, los contenedores serán descargados mediante una pluma fija giratoria y pesados en una báscula para llevar registro de las toneladas de residuos recolectadas.

Ecuación 4.5

$$\text{Volúmen máximo disponible: } 5,93 \text{ m} \times 2,5 \text{ m} \times 1,3 \text{ m} = 19,27 \text{ m}^3$$

Ecuación 4.6

$$\text{Volúmen por contenedor: } 2,96 \text{ m} \times 2,5 \text{ m} \times 1,3 \text{ m} = 9,62 \text{ m}^3$$



Figura 4.19: Ejemplo de metodología de recolección fluvial de residuos mediante lanchas contenedoras. Fuente: Gruppo Veritas, Venecia, Italia, 2020.

Mediante la utilización de contenedores para transportar los residuos, se logra una recolección segura, con menores impactos al ambiente natural, evitando principalmente vuelcos de residuos y lixiviados en los cuerpos de agua.

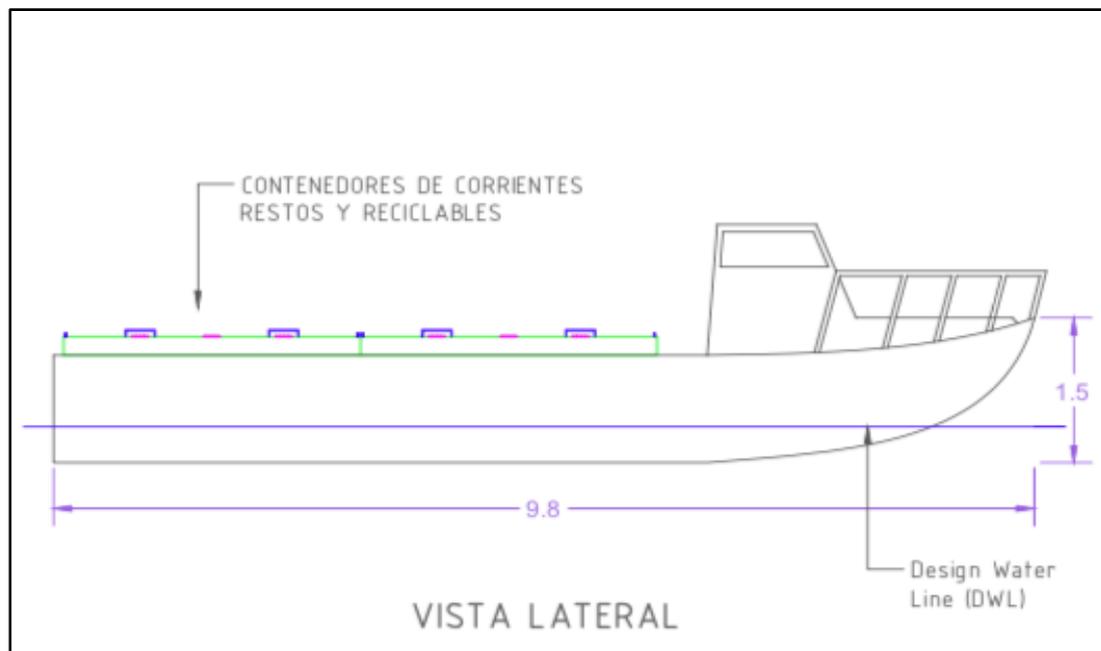


Figura 4.20: Lanchas recolectoras con contenerización para las Islas del Delta de Tigre. Fuente: Elaboración propia.

4.5 Estación de Transferencia Multipropósito (ETM)

La Estación de Transferencia Multipropósito se ubicará en el área continental de la Municipalidad de Tigre, sobre la calle Callao, localidad Rincón de Milberg. El predio se encuentra al lado del sector de descarga actual utilizado por la empresa Grupo Riccitelli, y deberá ser comprado ya que es privado. No se optó por el área utilizada actualmente ya que es extremadamente pequeña. En las *Figura 4.21* y *4.22* se observa el terreno elegido.



Figura 4.21: Predio Estación de Transferencia Multipropósito. Fuente: Elaboración propia mediante Google Earth.

Cómo se muestra en la *Figura 4.22*, la localización elegida se encuentra aproximadamente en el centro de la longitud total de las Islas del Delta de Tigre, y se ubica en las cercanías de la **Zona 2** la cual cuenta con mayor densidad poblacional y variación de la misma a lo largo del año. Además, al ser un predio lindero al área actual utilizada para la descarga y carga de los RSU en los camiones volquetes, el impacto social y ambiental es menor. Es por esto que se cree que es la ubicación más propicia para la implementación de la Estación de Transferencia Multipropósito del proyecto.

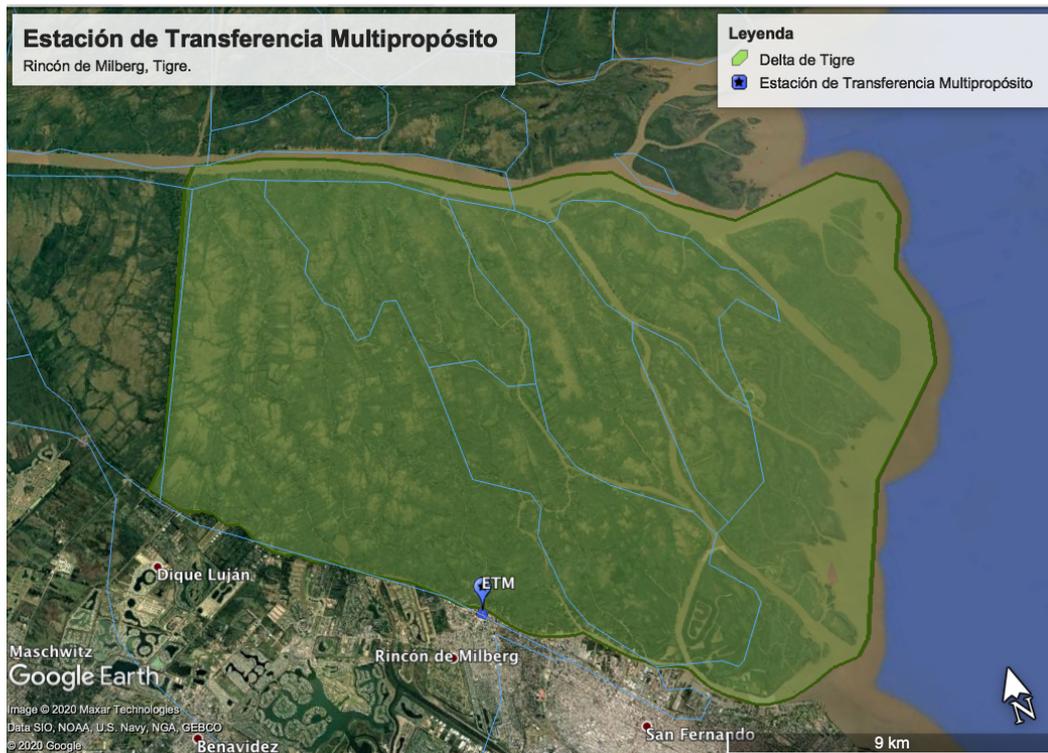


Figura 4.22: Vista panorámica de la Estación de Transferencia Multipropósito y el Delta de Tigre.

Fuente: Elaboración propia mediante Google Earth.

La Estación de Transferencia Multipropósito (ETM) cuenta con dos funciones principales. Por un lado, como Estación de Transferencia de la corriente restos en la cual se descargan los residuos de las lanchas recolectoras, y se cargan en camiones volquetes, los cuales trasladan luego los mismos al relleno sanitario CEAMSE. Por otro lado, funciona como Planta de Separación y Clasificación para la corriente reciclables, los cuales una vez separados, se almacenan y comercializan. Al año de diseño de la ETM, la frecuencia de recolección de los residuos difiere a la explicada anteriormente solo en el hecho de que, en temporada baja, los reciclables se recolectarán tres veces a la semana. Durante los primeros nueve (9) años del proyecto (2021-2030), esta tercera recolección no se realizará debido a la menor generación de residuos, capaces de ser almacenados durante más tiempo, desde el 2031 hasta el 2041 sí se contará con esa tercera recolección de reciclables en temporada baja. En la *Tabla 4.18* se presentan las toneladas diarias de cada corriente que ingresarán a la Estación de Transferencia Multipropósito al año 2041 durante las temporadas altas y bajas.

Tabla 4.18: Toneladas diarias ingresadas a la Estación de Transferencia Multipropósito durante los periodos abril-noviembre y diciembre-marzo del año 2041. Fuente: Elaboración propia.

Estación de Transferencia Multipropósito		L (tn)	M (tn)	X (tn)	J (tn)	V (tn)	S (tn)	D (tn)
BAJA	<i>Recolección Reciclables</i>	5,90	X	3,93	X	3,93	X	X
	<i>Recolección Restos</i>	2,07	X	X	X	2,76	X	X
	<i>Total Planta de Separación</i>	5,90	-	-	-	7,87	-	-
	<i>Total a Estación de Transferencia</i>	2,07	-	-	-	2,76	-	-
	Total ingreso ETM	7,97		3,93		10,62		
ALTA	<i>Recolección Reciclables</i>	2,62	2,62	2,62	2,62	2,62	2,62	2,62
	<i>Recolección Restos</i>	2,76	X	X	X	3,68	X	X
	<i>Total Planta de Separación</i>	7,87	-	5,25	-	5,25	-	-
	<i>Total a Estación de Transferencia</i>	2,76	-	-	-	3,68	-	-
	Total ingreso ETM	5,38	2,62	2,62	2,62	6,30	2,62	2,62

La Estación de Transferencia Multipropósito funcionará los días Lunes, Miércoles y Viernes durante temporada baja, siendo los miércoles días de solo recepción y almacenamiento de la corriente reciclables, mientras que los lunes y viernes serán días de funcionamiento completo de la Estación. Por otro lado, como se puede observar en la *Tabla 4.18*, durante el periodo abril-noviembre, las toneladas máximas a tratar se obtienen el día viernes para las corrientes reciclables y restos, con 7,87 tn y 2,76 tn respectivamente.

Por otro lado, durante temporada alta, la Estación funcionará también los días Lunes, Miércoles y Viernes, pero en este caso, los miércoles la Planta de Separación y Clasificación sí se encontrará operativa. Las toneladas máximas de la corriente restos se recibirán los viernes con un total de 3,68 tn, mientras que las toneladas máximas de la corriente reciclables se recibirán los lunes llegando a 7,87 tn. En la *Tabla 4.19* se presenta el cronograma de actividades semanales de la ETM durante temporadas bajas (abril-noviembre) y altas (diciembre-marzo) a lo largo del año 2041.

Tabla 4.19: Cronograma de actividad semanal de la Estación de Transferencia Multipropósito durante temporadas altas y bajas al año 2041. Fuente: Elaboración propia.

Estación de Transferencia Multipropósito							
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
<i>Temporada Baja</i>							
8 - 11 hs	Recepción residuos		Recepción reciclables		Recepción residuos		
11 - 14 hs	Estación de Transferencia				Estación de Transferencia		
11 - 18 hs	Planta de Separación y Clasificación				Planta de Separación y Clasificación		
<i>Temporada Alta</i>							
8 - 11 hs	Recepción residuos	Recepción reciclables	Recepción reciclables	Recepción reciclables	Recepción residuos	Recepción reciclables	Recepción reciclables
11 - 14 hs	Estación de Transferencia				Estación de Transferencia		
11 - 18 hs	Planta de Separación y Clasificación		Planta de Separación y Clasificación		Planta de Separación y Clasificación		

Una vez terminada la recolección de las corrientes de residuos restos y reciclables, previamente a la división de ambas, se destinan 3 hs (de 8 a 11 hs) para la recepción de los residuos mediante la realización de los siguientes pasos:

1. *Amarre de lancha recolectora.*
2. *Descarga del contenedor en tierra.*
3. *Pesado del contenedor mediante báscula y registro del peso ingresado.*
4. *Descarga de residuos en la Zona de Descarga.*
5. *Lavado del contenedor.*
6. *Carga del contenedor vacío en la lancha recolectora.*
7. *Guardado de las lanchas recolectoras en tráileres en tierra.*
8. *Separación de las corrientes de residuos (restos y reciclables).*

El muelle de la Estación de Transferencia Multipropósito contará con una zona de descarga y otra zona de espera. Una vez descargados los residuos, las lanchas finalizan su jornada subiendo a tierra, dónde permanecen en sus tráileres mientras no están en uso. Una vez por semana se realizará el control y mantenimiento de toda la flota de lanchas recolectoras dentro de un galpón destinado específicamente a esta tarea, denominado varadero.

La pluma fija utilizada para descargar los residuos en la zona de descarga de la Estación de Transferencia Multipropósito será giratoria con ángulo de giro de 230° y una capacidad máxima de izado de 3,5 tn (ver *Figura 4.23*). La capacidad máxima de la pluma se eligió en función a las toneladas máximas transportadas por cada lancha y a las toneladas máximas que pueden entrar en un contenedor de la lancha (9,64 m³), considerando la densidad de la corriente restos (360 kg/m³). Esto se debe a que dada la hipotética situación en que los operarios carguen todos los residuos en un solo contenedor, la pluma podrá levantar el mismo sin problemas, previniendo así, accidentes de trabajo.



Figura 4.23: Pluma Fija Giratoria de 3,5 tn. Fuente: Industria Gruasa, Argentina.

El contenedor levantado por la pluma es descargado directamente sobre una báscula de suelo con una pantalla de lectura y capacidad máxima de 4000 kg. Sobre estas se registran las toneladas descargadas por cada lancha (restando el peso conocido del contenedor), junto con la fecha y horario de descarga. Además, se llevará registro del horario de bajada al agua y subida a tierra de cada lancha recolectora. De esta forma se logra un eficiente control de la logística diaria de la Estación.

La descarga de los residuos se realizará en una zona delimitada con tal propósito denominada Zona de Descarga dentro de la Estación de Transferencia Multipropósito. Para el diseño de esta, es necesario contar con la siguiente información (E. Roeben, 2003):

- Cantidad de residuos descargados a diario en la planta (reciclables/restos): 8,3/3,8 tn
- Altura promedio de los bolsones Big Bags: 70 cm
- Densidad promedio de los residuos (reciclables/restos): 89,7/360 kg/m³

Con esta información y la Ecuación 4.7 se calculó el volumen total necesario para la zona de descarga de los residuos, considerando ambas corrientes:

Ecuación 4.7

$$V_{reciclables} = \frac{\text{masa (kg)}}{\text{densidad (kg/m}^3)} = \frac{8300 \text{ kg}}{89,7 \text{ kg/m}^3} = 92,5 \text{ m}^3$$

$$V_{restos} = \frac{\text{masa (kg)}}{\text{densidad (kg/m}^3\text{)}} = \frac{3800 \text{ kg}}{360 \text{ kg/m}^3} = 10,5 \text{ m}^3$$

$$V_{tot} = 92,5 \text{ m}^3 + 10,5 \text{ m}^3 = 103 \text{ m}^3$$

Considerando una altura máxima de amontonamiento de residuos de 1m, se destinó un área de 103 m² a la zona de descarga. En la *Figura 4.24* se puede ver un ejemplo de zona de descarga techada.



Figura 4.24: Ejemplo de zona de descarga techada. Fuente: Sorondo, M., 2014.

Una vez allí, se separan las corrientes según los colores de los bolsones de polipropileno (Big Bags), blanco para restos y verde reciclables. Los bolsones se cargan manualmente en remolques volquete (ver *Figura 4.25*), con capacidad máxima de 6 tn y 10 m³ de volumen, los cuales transportan las corrientes hasta la Planta de Separación y Clasificación o la Estación de Transferencia, donde cada una sigue un camino diferente, los mismos se explican en los *Capítulos 4.5.1 y 4.5.2*. En total se requerirán tres (3) remolques volquetes para la corriente reciclables y uno (1) para la corriente restos, los cuales realizarán como máximo tres y dos viajes respectivamente, en los días de mayor ingreso de residuos.



Figura 4.25: Ejemplo de remolque volquete transportador de residuos. Fuente: Hitnner.

La Estación de Transferencia Multipropósito contará con los siguientes componentes principales:

- Muelle de acceso para descarga y espera de las lanchas recolectoras, y zona de amarre para residentes con residuos a entregar al Punto Verde.
- Zona de descarga y recepción de residuos (con pluma y báscula)
- Varadero de lanchas recolectoras.
- Tolvas de descarga.
- Planta de Separación y Clasificación corriente reciclables.
- Estación de Transferencia corriente restos.
- Acceso y salida de vehículos de transferencia.
- Oficinas.
- Estacionamiento.
- Zona de recepción de reciclables y especiales domiciliarios para particulares denominado "Punto Verde" (*Capítulo 4.8*).
- Zona de Almacenamiento Voluminosos (*Capítulo 4.7*)
- Zona Almacenamiento Residuos Especiales domiciliarios (*Capítulo 4.5.3*)
- Espacios verdes.

● Señalización

La señalización dentro de la Estación de Transferencia Multipropósito debe ser colocada en lugares visibles, con alturas apropiadas para la visibilidad rápida de los mismos por parte de todo el personal que trabaje dentro de la estación como también de personas visitantes. Algunos carteles de señalización a colocar en la Estación serán los siguientes:

- ❖ Límite de velocidad dentro de la estación de transferencia.
- ❖ Zona de pesaje.
- ❖ Zona de carga y descarga.
- ❖ Zona administrativa.
- ❖ Zona de mecánica y mantenimiento de las lanchas.
- ❖ Sentidos de circulación de los vehículos.
- ❖ Zona de seguridad para pasos peatonales.
- ❖ Zona de transferencia de la corriente restos.
- ❖ Zona de Planta de Separación y Clasificación de la corriente reciclables.
- ❖ Punto verde.
- ❖ Zona almacenamiento voluminosos.
- ❖ Zona almacenamiento residuos especiales domiciliarios.
- ❖ Estacionamiento.

4.5.1 Planta de Separación y Clasificación de la corriente Reciclables

La corriente de reciclables es conducida a la Planta de Separación y Clasificación en la cual se retiran las bolsas Big Bags y se introducen los residuos en la tolva de recepción mediante la acción de una pala cargadora. Luego, son transportados mediante una cinta de elevación hasta una zona de separación manual preventiva de voluminosos (para que no perjudiquen el trabajo de los operarios en la cinta de clasificación), desde la cual continúan camino hasta una cinta de clasificación manual, dónde se separan plásticos, vidrios, metales, papel y cartón. Una vez clasificados, se transportan mediante carros hasta las mesas de separación en las cuales se separan los componentes en las subcategorías de cada categoría. Posteriormente, el material recuperable seleccionado se transporta a la zona de compactación mediante los carros metálicos, dónde son enfardados y almacenados, listos para su comercialización. El material de rechazo se incorpora a la corriente restos y se transporta luego al relleno sanitario.

En la *Figura 4.26* se presenta el diagrama de flujo de la corriente reciclables una vez que ingresa a la Planta de Separación y Clasificación dentro de la Estación de Transferencia Multipropósito. En el mismo se observan las distintas etapas conformadas por las zonas y equipos por las que atravesarán los reciclables.

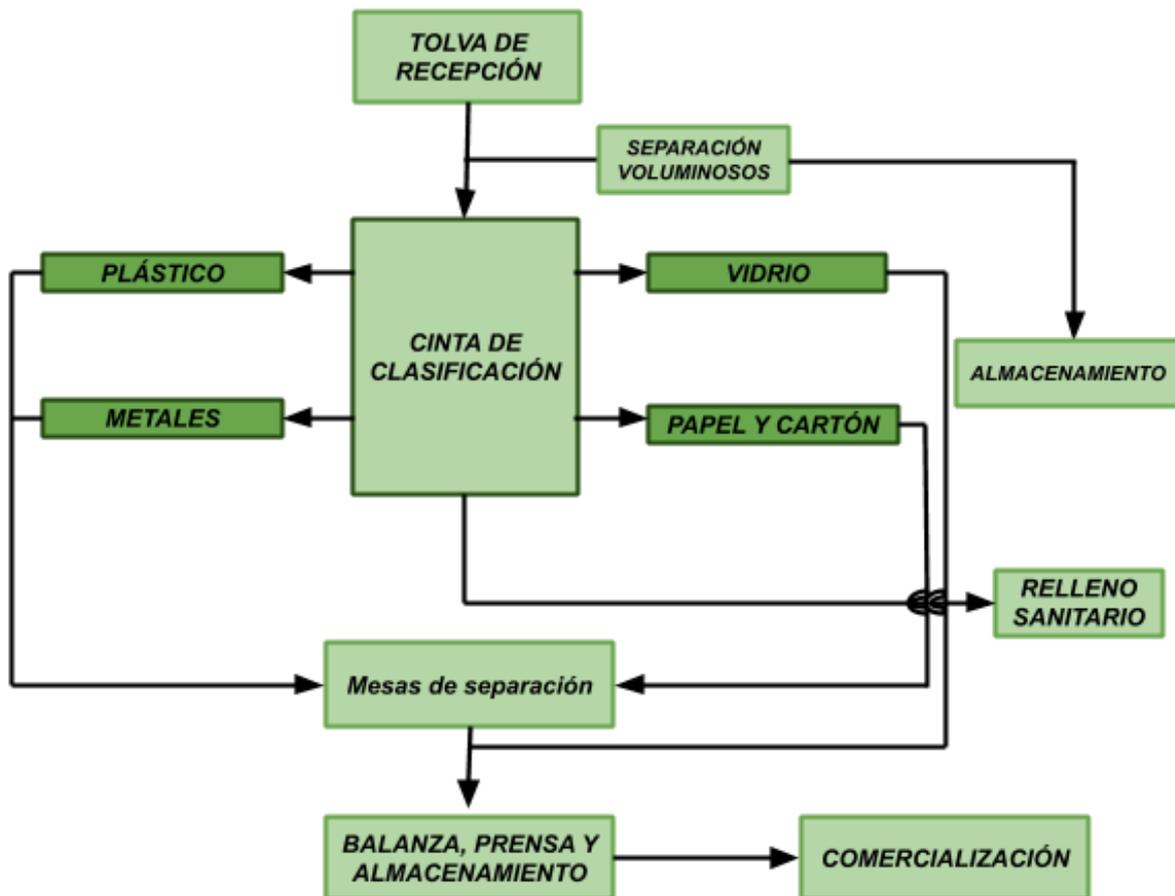


Figura 4.26: Diagrama de flujo de la corriente reciclables en la Planta de separación y clasificación.

Se estima que la Planta de Separación y Clasificación diseñada logrará separar un 75% de los reciclables ingresados, reincorporando así el 25% sobrante a la corriente restos. La misma funcionará dos días a la semana (Lunes y Viernes) durante temporadas bajas y tres días a la semana (Lunes, Miércoles y Viernes) durante temporadas altas. En ambos periodos las toneladas máximas a tratar al 2041 son 7,9 tn diarias. A este valor se le suma un 5% de seguridad, por lo que la planta será diseñada para trabajar 8,3 tn por jornada operativa como máximo. La planta funcionará 6 hs al día (de 11 a 18hs, considerando una hora de almuerzo), de los cuales 4 hs será el tiempo de trabajo de la cinta de clasificación manual, mientras que las otras 2 hs serán utilizadas para el prensado y almacenamiento de los materiales recuperados. Con esta información se calculó la tasa de carga de la planta de la siguiente manera (Ecuación 4.8):

Ecuación 4.8

$$Tasa\ de\ Carga\ (tn/hs) = \frac{Toneladas\ ingresadas\ a\ la\ planta\ (tn/día)}{horas\ operativas\ (hs/día)}$$

$$Tasa\ de\ Carga\ (tn/hs) = \frac{8,3\ tn/día}{4\ hs/día} = 2,075\ tn/hs$$

La tasa de carga se debe incrementar entre un 10% y 15% para tomar en cuenta los tiempos muertos (Tchobanoglous, G., Theissen, H., & Eliassen, R., 1982), por lo que, tomando este criterio, la planta será diseñada para procesar 2,385 tn/hs.

Para el dimensionamiento de la tolva receptora de la corriente reciclables se debe considerar que la forma de esta debe ser en V con la punta en dirección a la planta y que la profundidad máxima debe ser de 1 m para evitar la generación de lixiviados y malos olores (E. Roeben, 2003). Con esta información se optó por una tolva de 2 m³ de volumen, bajo nivel del suelo, con forma de pirámide triangular. En la *Figura 4.27* se puede ver un ejemplo de tolva receptora.



Figura 4.27: Ejemplo de tolva receptora de residuos. Fuente: Planta de separación de la municipalidad de Chivilcoy.

La cinta de alimentación inclinada tendrá un largo de 5 m y 0,9 m de ancho, con topes de goma y contención lateral. Luego de atravesar la zona de separación de voluminosos, los reciclables llegarán a la cinta de clasificación manual. Para un ingreso diario máximo de 8,3 tn de residuos reciclables a la Planta, se calcularon las toneladas a procesar de cada categoría (papel y cartón, plástico, vidrio y metales) y subcategorías a partir de los datos de porcentajes de composición de los RSU de Tigre aportados por el CEAMSE. Además, asumiendo un 75% de rendimiento de la Planta, se calcularon las toneladas diarias obtenidas de material recuperado para ser comercializado. Los resultados se presentan en la *Tabla 4.20*.

Tabla 4.20: Toneladas diarias de materiales recuperables que ingresan a la Planta de Separación. Fuente: Generación propia.

Materiales Recuperables	%	Entrada (tn/d)	Salida (tn/d)
<i>Papel y Cartón</i>	40,54	3,36	2,52
<i>Papel</i>	22,73	1,89	1,41
<i>Cartón</i>	8,95	0,74	0,56
<i>Tetra</i>	2,38	0,20	0,15
<i>Revistas y Diarios</i>	6,45	0,54	0,40
<i>Plástico</i>	47,61	3,95	2,96
<i>PET (1)</i>	8,04	0,67	0,50
<i>PEAD (2)</i>	4,02	0,33	0,25
<i>PEBD (4)</i>	21,71	1,80	1,35
<i>PP (5)</i>	8,54	0,71	0,53
<i>PS (6)</i>	4,28	0,36	0,27
<i>PVC (3)</i>	1,03	0,09	0,06
<i>Otros (7)</i>	0,03	0,002	0,00187
<i>Vidrio</i>	8,77	0,73	0,55
<i>Verde</i>	4,11	0,34	0,10
<i>Ambar</i>	1,64	0,14	0,19
<i>Blanco</i>	3,05	0,25	0,19
<i>Metales</i>	3,08	0,26	0,19
<i>Metales Ferrosos</i>	2,82	0,23	0,18
<i>Metales No Ferrosos</i>	0,26	0,02	0,02

El largo de la cinta de clasificación manual depende del número de operarios necesarios para la tarea. Este último se define según la cantidad de residuos por unidad de tiempo que pueden ser seleccionados por operario (Tchobanoglous, G., Theissen, H., & Eliassen, R., 1982). En la *Tabla 4.21* se presentan las tasas de selección para operarios con experiencia en la separación de residuos sobre la banda.

Tabla 4.21: Tasas de selección y cantidades de RSU a recuperar en la banda. Fuente: Tchobanoglous, G., Theissen, H., & Eliassen, R., 1982.

Material	Tasa de selección (tn/ope.h)	Cantidad de RSU a recuperar (kg/h)	Nro. de operarios necesarios
Papel	1,7	115,16	1
Plástico	0,7	199,53	1
Vidrio	0,4	158,7	1
Metales	0,3	68,98	1

Considerando que el día laboral cuenta con 4 hs destinadas a la cinta de clasificación, se necesitarán tres (3) operarios con experiencia para lograr la correcta separación de los materiales en la banda. De todas formas, se optó por emplear a cuatro (4) operarios sin experiencia para incluir e instruir a los vecinos del Delta en el reincorporamiento de los materiales al sistema productivo.

Por otro lado, según el esquema presente en la *Figura 4.28*, para un trabajo eficiente, los operarios deben estar separados por 1 m, y ocupando ellos aproximadamente 1 m de la cinta. Además, se deben dejar otros 2 m para el espacio ocupado por la transmisión de potencia. Es así que el largo total de la cinta, teniendo en cuenta que se contará con 2 operarios en cada lado, es de 5 m, con un ancho de 90 cm. En la *Figura 2.29* se puede ver un ejemplo de cinta de clasificación manual.

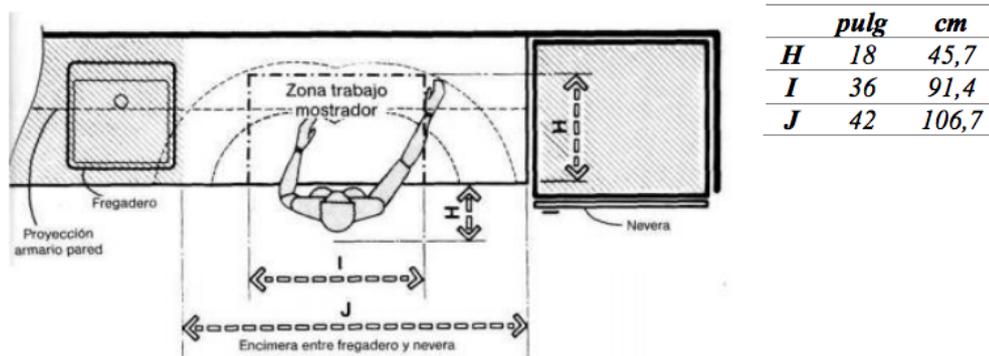


Figura 4.28: Espacios horizontales antropométricos para un banco de trabajo. Fuente: Panero, 1996.



Figura 4.29: Ejemplo de cinta de clasificación de residuos. Fuente: Cooperativa CURA.

Una vez que los materiales son clasificados en sus correspondientes categorías sobre la cinta de clasificación, se transportan mediante carros con capacidad de 0.8 m³, fáciles de maniobrar (ver Figura 4.30), a mesas independientes donde se separan los componentes en las subcategorías de cada categoría. Las dimensiones de las mesas se definen en función a la cantidad y comodidad de los operarios, por lo que contarán con una altura de 90 mm para que los operarios puedan trabajar sobre ellas tanto de pies como sentados. La cantidad de mesas necesarias está determinada por los grupos de materiales recuperados que necesiten una clasificación más detallada. Es así que se colocarán tres mesas, una para plásticos, los que se separarán según PET (1), PEAD (2), PP (5) y resto, otra para papel y cartón los cuales se separarán entre tetrabrik, cartón y papel, y una última para los metales que se separarán en aluminio y metales ferrosos. Los mismos operarios de la cinta de clasificación son los que luego se encargarán también de esta separación.

Una vez separadas las subcategorías, se dirigen los materiales a la zona de prensado, donde los materiales plásticos y celulósicos se compactan en compactador hidráulico de marca Capial, modelo "ERI 322" (ver Figura 4.31), medidas de la máquina 1,245 x 1,120 x 3,500 m, formando fardos de 0,9 m x 0,6 m x 0,9 m (ancho x largo x alto) con un tiempo del ciclo de 45 segundos. Por otro lado, los materiales metálicos serán prensados en otro compactador hidráulico de marca Capial, modelo "Prensa Metálicos" (ver Figura 4.31), formando fardos de 0,4 m x 0,2 m x 1,5 m (ancho x largo x alto) con un tiempo del ciclo de 60 segundos y peso de los fardos de 9 kg aproximadamente. Por último, los vidrios son triturados mediante una trituradora Abecom modelo TV140-30/4 (ver Figura 4.32) con capacidad de procesamiento de 2.000 botellas de vidrio por hora. Luego son almacenados en un contenedor metálico, junto con los fardos, hasta su posterior retiro por industrias de reciclaje.



Figura 4.30: Ejemplo de carros con ruedas para descarga de los residuos clasificados.



Figura 4.31: Compactadores Hidráulicos para celulosicos y plásticos (izquierda) y para metálicos (derecha). Fuente: Capial, máquinas hidráulicas.



Figura 4.32: Trituradora de vidrio, modelo TV140-30/, Abecom. Fuente: Abecom.

Los residuos que hayan sido clasificados erróneamente en la separación inicial domiciliaria continuarán camino por la cinta de clasificación hasta depositarse en un contenedor de 2 m³ ubicado al final de la cinta. Los mismos serán luego trasladados a la zona de transferencia de la corriente restos.

En la *Figura 4.33* se presenta el esquema general de la Planta de Separación para la corriente de reciclables.

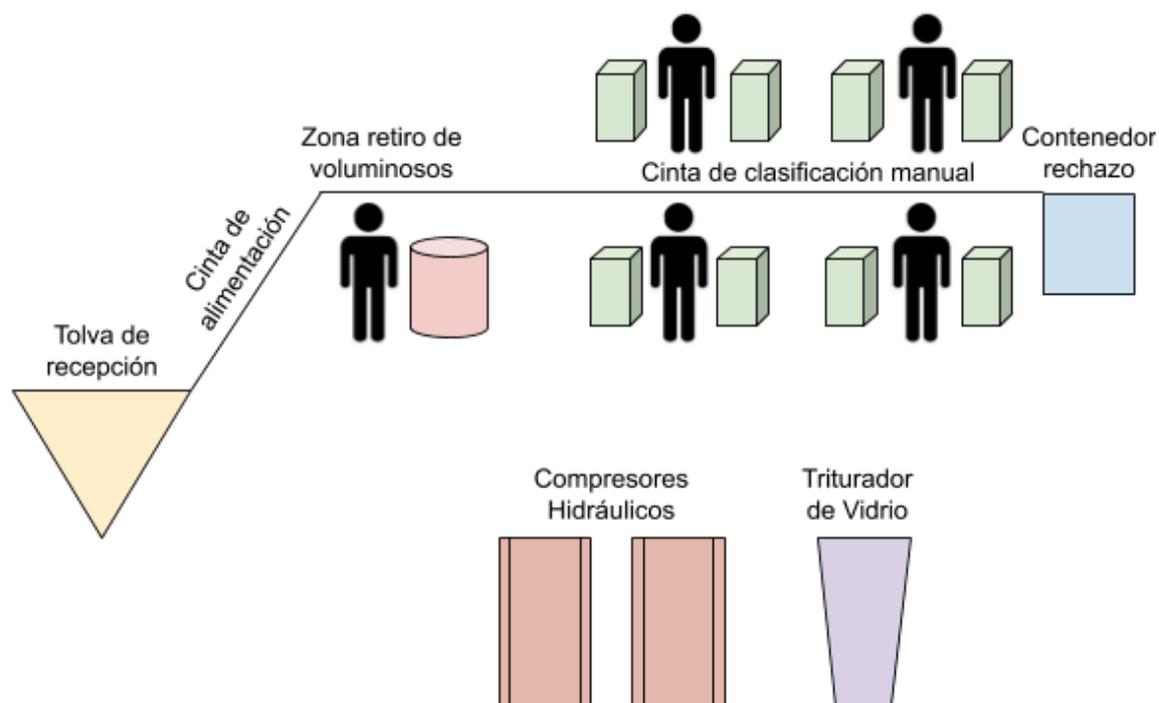


Figura 4.33: Esquema de la Planta de Separación y Clasificación de la corriente reciclables.

Fuente: Elaboración propia.

Como resultado de la Planta de Separación y Clasificación de la corriente de residuos reciclables se obtendrán los siguientes productos:

1. Fardo de PET.
2. Fardo PP.
3. Fardo de PEAD.
4. Fardo de Plásticos Mezclados (restos).
5. Fardo de Aluminio.
6. Fardo de Metales Ferrosos.
7. Fardo de Papel.
8. Fardo de Cartón.
9. Fardo de TetraBrik.
10. Vidrio Mezclado a granel en contenedor metálico.

11. Rechazo (a incorporar con corriente restos).

En la *Tabla 4.22* se presentan los productos mínimos y máximos al año 2041 obtenibles mediante el procesamiento de los residuos en la Planta de Separación y Clasificación. Los materiales celulósicos, plásticos y metálicos se presentan en número de fardos obtenidos por día operativo, mientras que los vidrios se calculan directamente en toneladas de vidrio a granel, también por día operativo.

Tabla 4.22: Productos comercializables obtenidos a partir del procesamiento de los residuos en la Planta de Separación y Clasificación. Fuente: Elaboración Propia.

Productos	Mínimos	Máximos
<i>Fardos por día operativo</i>		
<i>Papel</i>	27,63	41,65
<i>Cartón</i>	15,09	22,74
<i>Tetra</i>	4,01	6,05
<i>PET</i>	10,43	15,71
<i>PEAD</i>	5,21	7,86
<i>PP</i>	11,07	16,69
<i>Resto</i>	12,14	18,29
<i>Aluminio</i>	0,27	0,41
<i>Ferrosos</i>	2,98	4,49
<i>Granel por día operativo (tn)</i>		
<i>Vidrio</i>	0,36	0,55

Todos los mencionados excepto la fracción rechazo la cual será incorporada a la corriente resto, se trasladarán mediante auto elevadores al área de acopio la cual cuenta con una superficie de 85,8 m² capaz de almacenar todos los fardos producidos por dos días operativos, asumiendo un máximo de 3 fardos apilados, y considerando los espacios necesarios para maniobra. Aquí permanecen hasta ser comercializados a empresas recicladoras presentes en la provincia de Buenos Aires, entre las cuales se encuentran las siguientes:

- **Mercopel Recycling S.A.** - Martín de Alzaga 3521, Caseros, Buenos Aires, Argentina (Reciclado de papel y cartón) - <http://mercopelrecycling.com.ar/>

- **Reciclar S.A.** - Heredia 3220, Sarandí, Buenos Aires, Argentina (Reciclado de plástico) - <http://reciclarsa.com.ar/>
- **Ecotecnica del Pilar** - Ruta 25 km. 11, Pilar, Buenos Aires, Argentina (Reciclado de plástico) - <http://www.ecotecnicadelpilar.com.ar/>
- **Rexi Plast S.A.** - Catriel 5185, La Tablada, Buenos Aires, Argentina (Reciclado de plástico) - <https://rexiplast.com.ar/>
- **Alta Plástica S.A.** - Ruta 25 Km. 7,5, Pilar, Buenos Aires, Argentina (Reciclado de plástico) - http://www.altaplastica.com.ar/compuestos_y_reciclados
- **Argentina Scarp** - J. Spandonari 3432, Caseros, Buenos Aires, Argentina (Reciclado de metales) - <http://www.argentinascrap.com/index.html>
- **Befesa Argentina S.A.** - Av. Paseo Colón 728, C.A.B.A., Argentina (Reciclado de metales) - https://www.befesa.com/web/es/quienes_somos/que_es_befesa/index.html
- **Rigolleau S.A.** - Lisandro de la Torre 1651, Berazategui, Buenos Aires, Argentina (Reciclado de vidrio) - <https://rigolleau.com.ar/>

4.5.2 Estación de Transferencia de la corriente Restos

El tipo de estación de transferencia de la corriente restos elegida fue de "Descargue Directo", y se trata de una estación pequeña ya que como máximo recibe 6,62 tn diarias en total. Esta cifra surge de la corriente de restos ingresada, más el porcentaje de rechazo del tratamiento de la corriente de reciclables en la Planta de Separación y Clasificación (25% de la corriente reciclables), ambos con el agregado de un 5% de seguridad. De esta forma, se optó por una descarga directa de los residuos, sin compactación, en los volquetes del camión transportador mediante gravedad.

La estación funcionará 3 hs diarias los días Lunes y Viernes (de 11 a 14 hs), tanto en temporadas altas como en bajas. Las actividades que realizarán los operarios serán las siguientes:

- Descarga directa de los residuos en tolva con acceso al camión transportador.
- Control y monitoreo del ingreso y egreso de los camiones transportadores.

Los residuos se transportarán al centro de disposición final CEAMSE los días Lunes y Viernes una vez finalizado el día operativo de la Estación de Transferencia Multipropósito. En

la *Tabla 4.23* se presentan las toneladas a transportar cada día de operación, al año de diseño 2041. Además, en el valor del viernes de temporada alta, se le agrega el rechazo generado por la Planta de Separación y Clasificación que funciona también los miércoles durante ese periodo (diciembre-marzo). Por lo tanto, en la *Tabla 4.23* se observa que, como se mencionó anteriormente, las máximas toneladas a transportar al 2041 son 6,62 los días viernes del periodo de meses diciembre-marzo.

Tabla 4.23: Toneladas de residuos a transportar al relleno sanitario CEAMSE los días Lunes y Viernes desde la Estación de Transferencia Multipropósito. Fuente: Elaboración propia.

Transporte de residuos al Relleno Sanitario (tn)		
	Lunes	Viernes
<i>abr-nov</i>	3,72	4,96
<i>dic-mar</i>	4,96	6,62

Considerando una densidad de los residuos de 360 kg/m³, se calcularon los volúmenes a transportar cada día. En la *Tabla 4.24* se presentan los resultados obtenidos.

Tabla 4.24: Volumen de residuos a transportar al relleno sanitario CEAMSE los días Lunes y Viernes desde la Estación de Transferencia Multipropósito. Fuente: Elaboración propia.

Transporte de residuos al Relleno Sanitario (m3)		
	Lunes	Viernes
<i>abr-nov</i>	10,33	13,77
<i>dic-mar</i>	13,79	18,38

El camión volcador transportador elegido marca Iveco, modelo Trakker 6x4, año 2008, (ver *Figura 4.34*) cuenta con una capacidad máxima de 26 tn y un volumen del volquete de 20 m³. De esta forma, realizando un solo viaje por día de transporte, se logran transportar todos los residuos a disponer tanto en temporada baja como en alta.



Figura 4.34: Camión volcador transportador Iveco modelo Trakker 6x4. Fuente: IVECO.

El centro de disposición final CEAMSE se encuentra a una distancia de 19 km de la Estación de Transferencia Multipropósito y el camino hasta el mismo es directo. Como se puede observar en las *Figuras 4.35 y 4.36*, el camión debe continuar 12 cuadras por la misma calle donde se ubica la Estación, calle Callao, hasta encontrarse con la Av. Sta. María de las Conchas por la que accede a la Av. Liniers la cual lo dirige hasta la Autopista Panamericana, Ramal Tigre. Después de 3,5 km por el ramal llega a la Av. Hipólito Yrigoyen por la cual circula durante 5 km hasta llegar a la Autopista Camino del Buen Ayre. Luego de 7 km por la autopista, se llega al centro de disposición final CEAMSE.

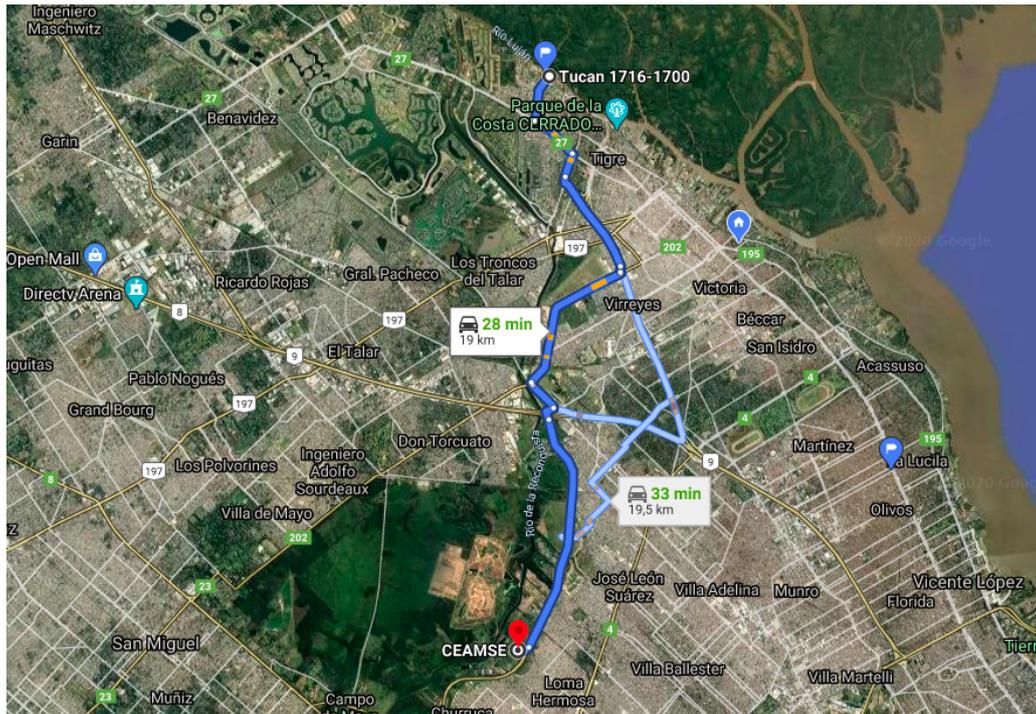


Figura 4.35: Ruta de transporte de la corriente restos desde la Estación de Transferencia Multipropósito hasta el centro de disposición final CEAMSE. Fuente: Elaboración propia mediante Google Maps.

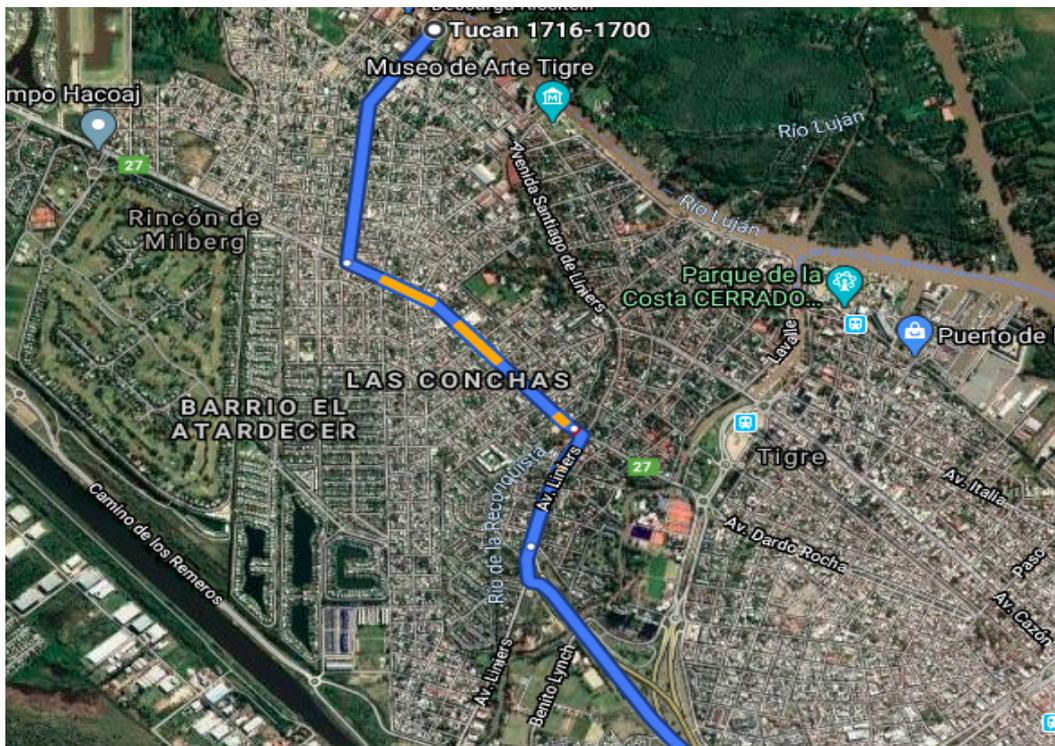


Figura 4.36: Ruta de transporte de la corriente restos desde la Estación de Transferencia Multipropósito hasta el centro de disposición final CEAMSE. Fuente: Elaboración propia mediante Google Maps.

Considerando una velocidad en calles de 20 km/h, en avenidas 40 km/h y en autopista 60 km/h, se calcula el tiempo de recorrido hasta el centro de disposición final, incluyendo ida y vuelta más el tiempo de descarga del vehículo, de la siguiente forma (Ecuación 4.9):

Ecuación 4.9

$$T_{viaje} = \left(\frac{1,3 \text{ km}}{20 \frac{\text{km}}{\text{h}}} + \frac{7 \text{ km}}{40 \frac{\text{km}}{\text{h}}} + \frac{10,7 \text{ km}}{60 \frac{\text{km}}{\text{h}}} \right) \times 2 = 0,84 \text{ h} = 50,2 \text{ min}$$

$$T_{recorrido} = 50,2 \text{ min (viaje)} + 30 \text{ min (descarga)} = 80,2 \text{ min} = 1,34 \text{ h}$$

Por lo tanto, se calcula un tiempo de recorrido total (tiempo de ida + tiempo de descarga + tiempo de regreso), de 1,34 hs. Para esto se estimó un tiempo de descarga en el relleno sanitario de 30 min en total. Por otro lado, el tiempo de carga del camión en la estación de transferencia estimado es de 15 min (Joffre M. Tapia Paez, 2008).

La estación de transferencia contará con una cubierta superior, la cual es muy importante ya que ayuda a evitar tanto la dispersión de los residuos sólidos, como la del polvo o partículas más pequeñas, y sirve como un aislante, evitando tanto el ruido excesivo, como el riego de los residuos a causa de lluvias, generando lixiviados, aumento del peso en el transporte de los residuos al sitio de disposición final y acelerando la descomposición de los mismos (Joffre M. Tapia Paez, 2008),



Figura 4.37: Cubierta de la Estación de Transferencia. Fuente: Joffre M. Tapia Paez, 2008.

Por otro lado, las tolvas por las cuales se depositarán los residuos dentro de los volquetes de los camiones transportadores deberán ajustarse a la longitud de estos para evitar el derrame de residuos. Además, en su parte inferior, deberán contar con un sistema que evite la dispersión de estos (Joffre M. Tapia Paez, 2008), para lo cual se le colocará una cortina de

neopreno en el perímetro de la ranura. En la *Figura 4.38* se observa una vista superior de la estación de transferencia para la corriente restos.

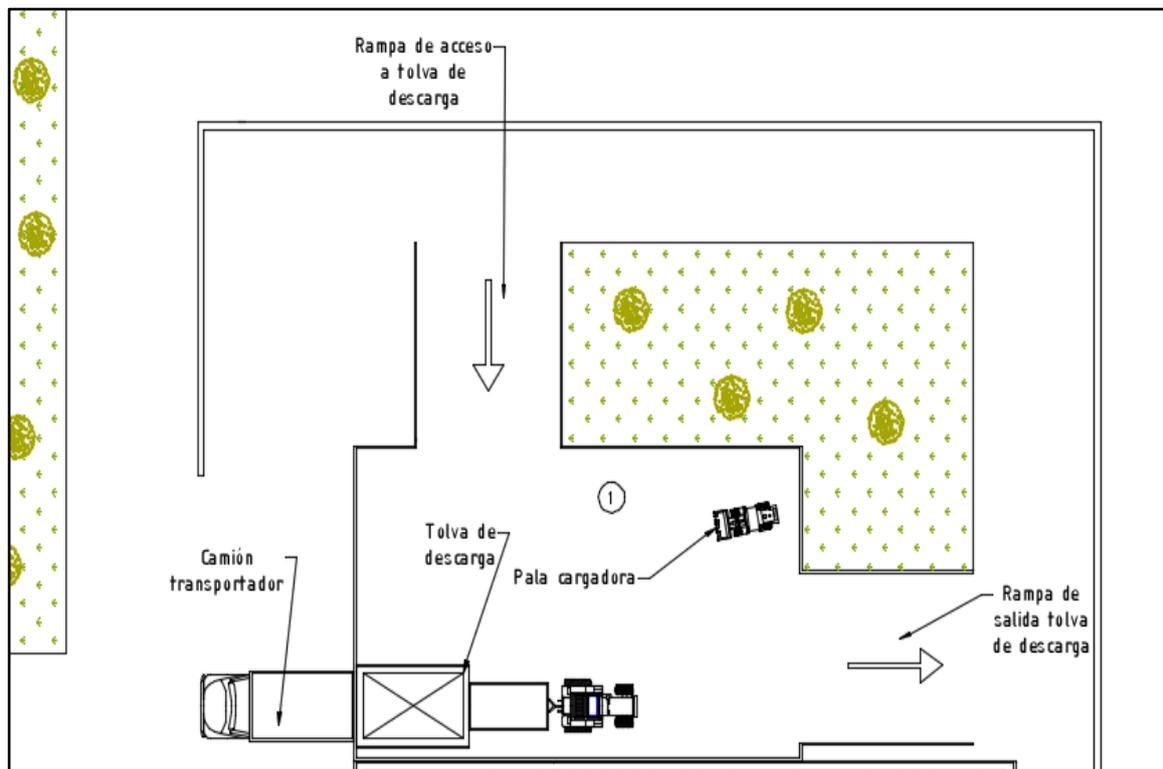
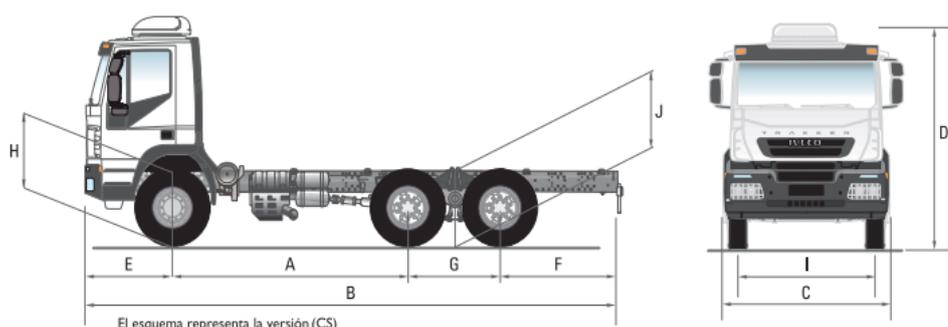


Figura 4.38: Vista superior de la Estación de Transferencia para la corriente restos. Fuente: Elaboración Propia

Por último, se cuenta con un patio de carga el cual es el sector de posición del camión transportador para la carga de residuos. El mismo deberá ser amplio y su ingreso debe ser directo, sin la necesidad de maniobras innecesarias (Joffre M. Tapia Paez, 2008). Bajo la tolva de descarga, se ubicará el camión transportador, por lo que la altura de la misma será en función del tipo de caja de transferencia empleada. En la *Figura 4.39* se observan las dimensiones del camión de transferencia Iveco Trakker 4x6, por lo que, a partir de la misma, se tomó una altura de tolva de 3,13 m de altura.



Dimensiones (mm)		410T44 - 410T48	
Distancia entre ejes	A+G	3.500 + 1.380	4.500 + 1.380
Largo total	B	7.888	9.473
Ancho (sin espejos)	C	2.590	
Altura (descargado con escotilla)	D	3.130	
Trocha eje anterior	I	2.040	
Trocha eje posterior		1.827	
Altura del chasis al suelo (descargado)	J	1.129	
Altura del chasis al suelo (descargado)	H	1.185	
Despeje eje anterior (con carga)		320	
Despeje eje posterior (con carga)		217	
Voladizo anterior	E	1.445	
Voladizo posterior	F	1.563	2.148
Disponible detrás de cabina		5.775	7.360
Radio de giro (dirección)		7.750	8.885

Figura 4.39: Ficha Técnica Trakker 6x4 Iveco. Fuente: IVECO.

4.5.3 Gestión de Residuos Generados y Residuos Peligrosos

Dentro de la Estación de Transferencia Multipropósito es posible encontrar, por un lado, residuos especiales de origen domiciliarios en el momento de la Separación y Clasificación de la corriente reciclables (como pilas, baterías, etc.) y, por otro lado, a la hora de realizar el control y mantenimiento de las lanchas recolectoras, se pueden obtener como resultado distintos efluentes como aguas grises de sentina, aceites, combustibles viejos y detergentes por lavado de cascos. Es por esto por lo que la Estación de Transferencia Multipropósito estará lista para gestionar debidamente tanto residuos peligrosos líquidos como sólidos.

Para la gestión de los efluentes provenientes del control y mantenimiento de las lanchas, se contará por un lado con un tambor metálico de 100L ubicado en el sector de acopio de residuos dentro del varadero, correctamente señalizado y protegido, listo para almacenar hidrocarburos viejos en caso de ser necesario. Luego, se realizará el retiro oportuno de los mismos para su tratamiento y disposición final por empresas habilitadas de acuerdo con lo indicado por la legislación vigente.

Por otro lado, tanto para las aguas grises de sentina y lavado de lanchas, como para las aguas de lavado de la Estación de Transferencia y los lixiviados que puedan llegar a generarse allí, se propone un estricto monitoreo de generación de caudales y calidad del

efluente, para su posterior incorporación a la red cloacal, con previo permiso e inspección de la empresa brindadora del servicio.

Por otro lado, en el caso de encontrar residuos sólidos clasificados como peligrosos según la Ley N°11.720, OPDS, provincia de Buenos Aires, se separarán inmediatamente del resto de las corrientes de residuos y se almacenarán en un área específica, correctamente señalizada y preparada para su recepción. Es así que la Zona de Almacenamiento Transitorio de posibles Residuos Peligrosos de origen domiciliarios será preparada según las condiciones y requisitos mínimos detallados en el IF-2017-04234957-APN-DRPMAD de la Resolución 177/17 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Nación.

Una vez acopiados los distintos residuos peligrosos, tanto sólidos como líquidos, se efectuará su correcto transporte mediante un transportista registrado el cual entregará los correspondientes manifiestos, y posteriores tratamientos en plantas y disposición final que presten servicios a terceros debidamente autorizadas por la Autoridad de Aplicación, dependiendo del residuo entregado. Las mismas entregarán luego los correspondientes certificados de tratamiento y disposición final del residuo peligroso.

4.6 Alternativas propuestas para el tratamiento de los Residuos Alimenticios

Como se mencionó anteriormente, para el tratamiento de los residuos alimenticios se plantean dos alternativas, una mediante compostaje a escala domiciliaria y otra mediante biodigestión anaerobia, también a escala domiciliaria. En los *Capítulos 4.6.1 y 4.6.2* se desarrollan ambas alternativas, terminando con una comparación entre ambas en el *Capítulo 4.6.3*.

Para ambas alternativas, se diseñó a partir de un promedio poblacional entre la temporada alta (121 días al año) y baja (244 días al año), como se presenta en la *Tabla 4.25*.

Tabla 4.25: Promedio de habitantes anuales utilizados para el diseño de las composteras para pequeños y grandes generadores. Fuente: Elaboración propia.

	abril-noviembre	diciembre-marzo	Promedio anual
Pequeños generadores	4	10	7
Grandes generadores	40	100	70

4.6.1 Alternativa I: Compostaje Domiciliario

Para el compostaje domiciliario se diseñaron dos composteras en función a los grandes (restaurantes, clubes, etc.) y pequeños (hogares) generadores, pero también se agregaron dos diseños más con el objetivo de ajustarse mejor a las necesidades de cada caso. Es así, que se cuenta en total con cuatro (4) diseños de composteras domiciliarias las cuales serán encargadas a pedido por los habitantes. De todas formas, para el cálculo económico del proyecto, se estimó un encargo 120 composteras modelo "XL" y 1.081 composteras modelo "M", siguiendo el criterio de contenedores de disposición inicial necesarios al 2021. Para cada modelo se realizaron dos diseños con alturas distintas, al igual que en el caso de los contenedores iniciales, uno para la zona Sureste y otro para la zona Noroeste.

Para diseñar una compostera en función a una determinada cantidad de habitantes, es necesario saber los siguientes datos:

- **Número de habitantes a utilizar la compostera:** variante
- **Generación per cápita al 2041 (GPC):** 2,16 kg/hab.día
- **Porcentaje de generación de orgánicos compostables:** 26,74%
- **Generación per cápita orgánicos compostables:** 0,577 kg/hab.día
- **Tiempo de duración del proceso:** 3 meses
- **Densidad de los restos alimenticios en compostera:** 400 kg/m³
- **Cantidad de módulos de mi compostera:** variante

En el Manual de Buenas Prácticas para producir Compost Hogareño del INTI, afirman que a pesar de que el tiempo promedio para la obtención de un compost maduro es de 6 meses, se puede retirar el mismo a partir de los 3 meses ya que desde entonces se encontrará bio-estabilizado y se podrá terminar de madurar fuera de la compostera, en un lugar no expuesto a la lluvia, donde se pueda continuar con el control de los parámetros (INTI, 2018). En la *Figura 4.40* se presentan las etapas del proceso de compostaje a lo largo de los meses.



Figura 4.40: Etapas del proceso de compostaje: Estabilización y Maduración (INTI, 2018).

Además, Según la Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura (FAO), en su Manual de Compostaje, los residuos alimentarios dentro de la

compostera llegan a una densidad de 400 kg/m³ debido a que el tamaño de partícula ingresado debe ser pequeño (residuos triturados), y conforme avanza el proceso de compostaje, el tamaño disminuye, por lo que la densidad aumenta, llegando a 600-700 kg/m³ (FAO, 2013). Es por esta reducción de la densidad de los residuos alimentarios, que no se considera en el cálculo de diseño del volumen de la compostera el porcentaje de restos secos que deben ser incorporados a la misma para lograr una correcta relación de carbono-nitrógeno. De esta forma, con el volumen diseñado a partir de los restos de cocina con densidad constante de 400 kg/m³, se logrará incorporar restos secos adecuadamente a lo largo del proceso. Es importante aclarar que el objetivo principal del compostaje domiciliario para el presente proyecto es la gestión adecuada de los residuos y no la obtención de un producto final de calidad agrícola. De lo contrario, se deberán agregar dos partes de secos (restos de poda y jardín) cada una de húmedos (restos alimentarios), por lo que se necesitarían composteras más grandes. En la *Figura 4.41* se presentan las proporciones de residuos de jardín y alimenticios necesarios para la obtención de un compost de calidad agrícola o una bioestabilización de los residuos.

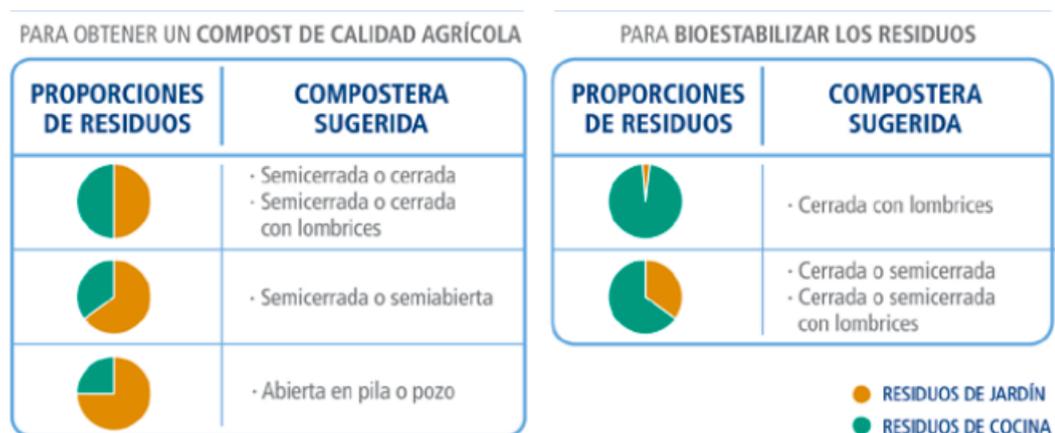


Figura 4.41: Proporciones de residuos de jardín y de cocina necesarios para la obtención de un compost de calidad agrícola o una bioestabilización de los residuos. Fuente: INTI, 2018.

Por otro lado, la cantidad de módulos elegidos para la compostera define el tiempo necesario para que, al momento de llenar el último módulo disponible, el primero esté listo para ser vaciado y llenado nuevamente, es decir el compost ya bioestabilizado. A este tiempo se lo denomina "*Tiempo de llenado*". De esta forma, se busca que los residuos orgánicos en proceso de degradación presentes en el primer módulo de la compostera permanezcan 3 meses en la misma.

Con toda esta información se procede a realizar el cálculo del volumen necesario para tratar los residuos alimenticios en una compostera. Como se mencionó anteriormente, se diseñaron cuatro composteras para los siguientes números de usuarios: 3, 7, 30 y 70. Los

mismos se denominaron, modelos "S", "M", "L" y "XL" respectivamente. Respecto a los módulos para cada diseño, se optaron por tres (3) módulos para los modelos S y M, cinco (5) módulos para el modelo L, y diez (10) módulos para el modelo XL. Es así, que se calculó el volumen de módulo necesario para cada modelo de compostera mediante las siguientes ecuaciones (Ecuación 4.10 y 4.11):

Ecuación 4.10

$$\text{Orgánicos a acopiar (kg)} = \text{hab} \times \text{GPCcomp} \left(\frac{\text{kg}}{\text{hab}} \cdot \text{día} \right) \times \text{t. de llenado (días)}$$

Ecuación 4.11

$$\text{Volumen Módulo (m3)} = \frac{\text{Orgánicos a acopiar (kg)}}{\text{Densidad (kg/m3)}}$$

En la *Tabla 4.26* se presentan los resultados obtenidos para cada modelo de compostera.

Tabla 4.26: Características de diseño de cada modelo de compostera domiciliaria. Fuente: Elaboración propia.

Modelos	Usuarios	Generación (kg/día)	Módulos	Tiempo de llenado (días)	Orgánicos a acopiar (kg)	Volumen módulo (m3)
S	3	1,731	3	45	77,895	0,2
M	7	4,039	3	45	181,755	0,5
L	30	17,31	5	23	398,13	1,0
XL	70	40,39	10	10	403,9	1,0

A partir de los volúmenes de módulos obtenidos para cada modelo, se determinaron las dimensiones de cada uno. En la *Tabla 4.27* se detallan las medidas de estos.

Tabla 4.27: Dimensiones de cada módulo de compostaje para cada modelo de compostera. Fuente: Elaboración propia.

Dimensiones Módulos			
	S	M	L - XL
Alto	0,6	1	1
Ancho	0,6	0,7	1
Largo	0,5	0,7	1

Para el diseño de las composteras, se tomaron en consideración los siguientes parámetros y necesidades, con el objetivo de obtener un correcto ecosistema para los microorganismos:

- **Oxigenación:** Como se mencionó anteriormente, el compostaje es un proceso aerobio y se debe mantener una aireación adecuada para permitir la respiración de los microorganismos, liberando a su vez, dióxido de carbono (CO₂) a la atmósfera. La saturación de oxígeno en el medio no debe bajar del 5%, siendo el nivel óptimo el 10% (FAO,2013). Un exceso de aireación provocaría el descenso de temperatura y una mayor pérdida de la humedad por evaporación, haciendo que el proceso de descomposición se detenga por falta de agua. Por el contrario, una baja aireación, impide la suficiente evaporación de agua, generando exceso de humedad y un ambiente de anaerobiosis. Se producen entonces malos olores y acidez por la presencia de compuestos como el ácido acético, ácido sulfhídrico (H₂S) o metano (CH₄) en exceso. Estos olores son los responsables de la atracción de mosquitas de la fruta y cucarachas que ponen sus huevos sobre el residuo. Es por esto que, se prioriza un diseño de composteras cerradas con entradas de oxígeno (orificios) en la tapa, y además una elevación del suelo, para aumentar el ingreso de oxígeno por la base, de lo contrario el contacto directo con el suelo reduciría el ingreso del mismo. Para esto, la base debe contar con un receptor de líquidos lixiviados o una red para permitir la caída directa del lixiviado al suelo. En las composteras diseñadas para el proyecto, se utiliza la red.
- **Humedad:** La humedad es un parámetro estrechamente vinculado a los microorganismos, ya que usan el agua como medio de transporte de los nutrientes y elementos energéticos a través de la membrana celular. Si la humedad baja por debajo del 45%, disminuye la actividad microbiana, sin dar tiempo a que se completen todas las fases de degradación, causando que el producto obtenido sea biológicamente inestable (FAO, 2013). Este parámetro se debe controlar regularmente y en el caso de encontrar un compost seco, es necesario regar la mezcla hasta obtener la humedad deseada. Esto varía según condiciones meteorológicas locales y estación del año, a mayor exposición al sol, mayor será la necesidad de regar la mezcla. Es por esto que, en el diseño de las composteras, se cuenta con orificios en la tapa que permiten el riego natural por la lluvia, sin provocar la inundación de la misma, considerando que se ubicarán en el Delta de Tigre el cual cuenta con un clima templado.
- **Pasaje de Lombrices:** En el caso de incorporar lombrices en las composteras, se debe permitir el pasaje de las mismas entre los módulos, yendo siempre del más maduro al más fresco. Es así que las paredes que unen los módulos, deben contar

con orificios que, además de favorecer la oxigenación, permiten la circulación de las lombrices.

- **Retiro del compost:** Para retirar el compost bioestabilizado, es importante colocar puertas laterales en cada módulo con el objetivo de facilitar esta tarea. De lo contrario, se necesitaría una pala y la extracción del compost resultaría mucho más engorrosa. Con una apertura lateral desde alguna de las paredes del módulo, se logra sacar la totalidad del material de forma fácil y directa.
- **Altura de la compostera:** Al igual que en el diseño de los contenedores iniciales, las composteras también deben encontrarse en altura para no verse inundadas por la acción de la marea y el viento. Es así, que para cada modelo de compostera, se diseñaron dos alturas distintas, 0.6 m para la zona SE del Delta, y 0.3 m para la zona NO. Además, también contarán con escaleras para facilitar su acceso. El máximo de altura elegido para las composteras se debió a que a alturas mayores a 0.6 m, considerando luego la altura de la compostera en sí, dificultan mucho su utilización y mantenimiento por el usuario, diferenciándose del caso de los contenedores iniciales los cuales no requieren mucha interacción del usuario. En la *Figura 4.42* se presenta un ejemplo de compostera domiciliaria de tres módulos con apertura frontal para el retiro del producto, paredes de red para aumentar oxigenación y pasaje de lombrices, y orificios en la tapa para riego natural.



Figura 4.42: Ejemplo de compostera domiciliaria con tres módulos. Fuente: Thom Cincotta, Boston.

Cada 50-150 kg de residuos orgánicos se pueden obtener entre 15 y 50 kg de compost aproximadamente, es decir aproximadamente un tercio de la materia inicial, mientras que el resto se evapora en forma de vapor de agua y CO₂ (INTI, 2018). Es así, que a lo largo de un año, un habitante de las islas con una generación de 0,577 kg/hab.día de restos alimenticios, contará con aproximadamente 70 kg de compost para uso personal. En la *Figura 4.43* se presenta de forma visual el ciclo del compostaje, desde su generación a partir de residuos orgánicos hasta su utilización como enmienda natural.



Figura 4.43: Ciclo de compostaje. Fuente: Manual de Buenas Prácticas para producir Compost Hogareño, INTI, 2018.

4.6.2 Alternativa II: Biodigestión Domiciliaria

Como segunda alternativa de tratamiento de los restos alimenticios a escala domiciliaria, se plantea una biodigestión anaerobia de los mismos. Para la misma, se necesitan biodigestores los cuales deben ser diseñados principalmente según sustrato elegido, cantidad de usuarios, condiciones climáticas, necesidades y recursos locales.

Como se mencionó anteriormente (*Capítulo 3.5.2*), a partir de los sólidos volátiles presentes en los sólidos totales, se producirá más o menos biogás ya que los mismos cuentan con componentes orgánicos. Es así, que el porcentaje de ST contenido en el sustrato, es el factor que determinará la eficiencia del proceso. Los distintos sustratos, cuentan con distintos porcentajes de sólidos totales y sólidos volátiles, en el caso de los restos alimenticios, los porcentajes se encuentran en aproximadamente 15% y 75% respectivamente (Eawag, 2014).

Además de estos porcentajes mencionados, también es importante para la producción de biogás, la consideración de los siguientes parámetros:

- **Temperatura:** Para el desarrollo óptimo del proceso, se distinguen tres rangos de temperatura, el rango psicrófilico entre 10 y 20°C, el mesófilico de 30 a 40°C y el termófilico de 55 a 60°C. El termófilico es en el que se produce la mayor cantidad de biogás y en el menor tiempo, pero sólo es usado en las instalaciones a nivel industrial, ya que requiere de un control muy preciso. De esta forma, a escala domiciliaria nos ubicamos en el rango mesófilico, en el cual las bacterias se reproducen fácilmente y pueden permanecer activas si no ocurren cambios súbitos de temperatura. La temperatura óptima es de 35°C y la mayoría de los residuos orgánicos se pueden digerir a esta temperatura produciendo biogás (FAO, Argentina, 2019). Debido a que la temperatura media anual del Delta de Tigre es aproximadamente de 15°C, el volumen del biodigestor se diseñará en función a la misma. Es así que en promedio, se obtendrán poco biogás, ya que como se puede observar en la *Figura 4.44*, a menor temperatura, menor producción de biogás, por lo que se necesita un mayor tiempo de retención hidráulica para obtener la misma medida de biogás obtenida con altas temperaturas.

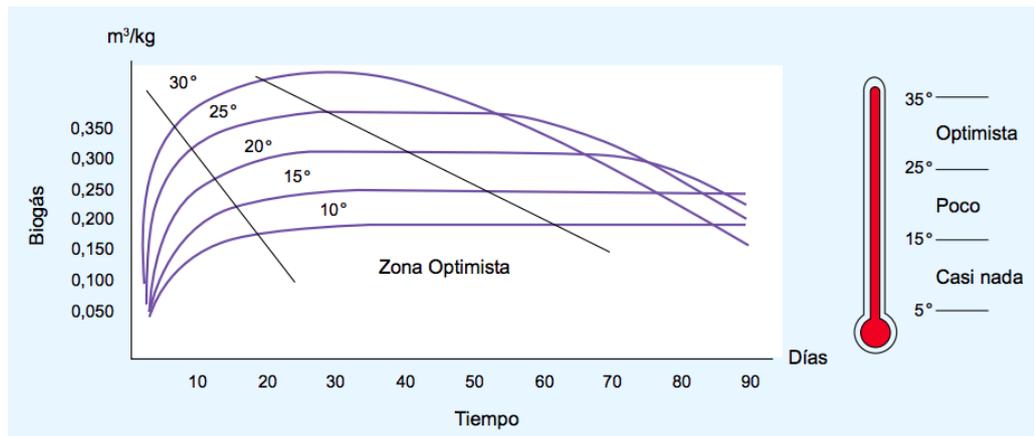


Figura 4.44: Producción de biogás en función de la Temperatura. Fuente: Varnero, 1991.

- **pH:** Con un pH entre 6,6 y 7,6 la digestión funciona correctamente, siendo el óptimo entre 7 y 7,2. Si el medio es demasiado ácido, se detiene la actividad de las enzimas y si es demasiado alcalino las fermentaciones producen hidrógeno y ácido sulfhídrico (H₂S) (FAO, Argentina, 2019). A nivel domiciliario, el pH se puede controlar mediante medición de este con tiras medidoras.
- **Tiempo de Retención Hidráulica (TRH):** Las bacterias requieren de un cierto tiempo para degradar la materia orgánica. La velocidad de degradación depende, en gran parte, de la temperatura, ya que como se mencionó con anterioridad a mayores temperaturas el tiempo de retención requerido para obtener una buena producción de gas es menor (ver Figura 4.44). En un sistema de carga diaria, el tiempo de retención hidráulica va a determinar el volumen diario de carga que será necesario alimentar al digestor, según la siguiente relación (Ecuación 4.12) (Guía Teórico-Práctica sobre el biogás y los biodigestores, FAO, Argentina, 2019):

Ecuación 4.12

$$\text{Volumen digestor (m}^3\text{)} = \text{TRH (días)} \times Q \text{ (m}^3\text{/días)}$$

En Buenos Aires se suele trabajar con temperaturas entre 10 y 20 °C por lo que los tiempos de retención varían entre 60 y 40 días respectivamente para la correcta producción de biogás (GEA Sustentable, Biogás, 2020). Esto también se puede observar en la Tabla 4.28 la cual define rangos de TRH según el clima en distintas regiones. De esta forma, para una temperatura de diseño de 15°C, se considera un TRH bibliográfico de 50 días.

Tabla 4.28: Tiempo de retención hidráulica en distintas regiones. Fuente: Varnero, 1991.

TRH	Características
30-40 días	Clima tropical con regiones planas. Ej: Venezuela, América Central.
40-60 días	Regiones cálidas con inviernos fríos cortos. Ej: India, Filipinas.
60-90 días	Clima templado con inviernos fríos. Ej: China, Corea.

- **Relación Agua-Sustrato:** Una carga conteniendo entre un 7 y 9 % de sólidos totales es óptima para la digestión anaerobia (FAO, Chile, 2011). Por lo tanto, para calcular el volumen de agua que debe ser mezclada con la materia prima con el objetivo de obtener la proporción de sólidos totales deseada, es indispensable conocer el porcentaje de sólidos contenidos de ésta. En el caso de los restos alimenticios, que tiene un 15 % de sólidos totales, se deberá agregar de 1 litro de agua por cada 1 kg de resto alimenticio para obtener una mezcla de alrededor de 9% de sólidos totales (FAO, Chile, 2011).
- **Inoculación del Biodigestor:** Al utilizar el biodigestor por primera vez, se debe inocular el mismo con bacterias necesarias para el proceso anaeróbico. Esto se logra mediante la carga con estiércol de vaca (ideal) diluido en agua. Normalmente, el estiércol de vaca (o cualquier animal herbívoro) mínimo requerido para una buena inoculación asciende al 10% del volumen total del reactor activo. En general, cuanto más estiércol de vaca utilizado para la inoculación, mejor. Luego, una vez inoculado, la población de bacterias necesita tiempo para aclimatarse gradualmente a la materia prima. Esto se puede lograr aumentando progresivamente la carga diaria de alimentación, lo que da tiempo para lograr una población de microorganismos equilibrada. De lo contrario, una sobrecarga inicial puede afectar a las bacterias metanogénicas, mientras que no a las acidogénicas las cuales continúan produciendo ácidos, conduciendo a una acidificación del digestor e inhibiendo así la actividad de las metanogénicas (Eawag, 2014). Es así, que para el modelo "M" se necesitan 49,4 kg de estiércol vacuno y para el modelo "XL" 493,6 kg.
- **Agitación:** La agitación aumenta la producción de gas y disminuye el TRH, debido a que genera una distribución uniforme de la temperatura y sustrato en el interior del biodigestor, y una distribución uniforme de los productos, tanto intermedios como finales. También genera un mayor contacto entre el sustrato y las bacterias, evitando

la formación de cúmulos alrededor de las bacterias, y por último, se evita la acumulación de lodo en la parte superior del digestor, (espuma) lo que dificulta la salida del biogás (FAO, Chile, 2011). La agitación puede ser de forma mecánica, hidráulica o mediante burbujeo del biogás. Para el diseño de los biodigestores del proyecto se optará por una agitación mecánica manual.

→ **Gasómetro:** Permite mantener constante la presión del biogás dentro del biodigestor y en la línea de consumo, equilibrando las fluctuaciones de la producción y los cambios de volumen. Con los gasómetros se logra, a un bajo costo, mantener la presión del biogás en un rango de 4 a 25 mbar. El volumen del gasómetro dependerá de la producción diaria y del consumo por hora de biogás. Para los biodigestores diseñados se optará por un gasómetro de campana flotante, el cual se explica a continuación.

Gasómetro de campana flotante: Estos sistemas son empleados principalmente en biodigestores domiciliarios, aunque en algunos casos se utilizan en centrales de biogás de escala industrial. La campana cumple la función de almacenar el biogás y mantener constante la presión hasta un máximo de 100 mbar, pero comúnmente en un rango de 15 a 30 mbar. Esta puede flotar sobre el mismo líquido en fermentación y/o construirse un sistema independiente con un recipiente que contenga agua. En ambos casos, el líquido funciona como sello hidráulico. Los materiales empleados para la construcción de campanas flotantes son plásticos reforzados con fibra de vidrio (PRFV), polipropileno, concreto y/o acero. La presión será establecida por el lastre utilizado (FAO, Argentina, 2019). En las Figuras 4.45 y 4.46 se pueden observar ejemplos de gasómetros flotantes.



Figura 4.45: Ejemplo de Gasómetro con campana flotante. Fuente: Guía Teórico-Práctica sobre el biogás y los biodigestores, FAO, Argentina, 2019.

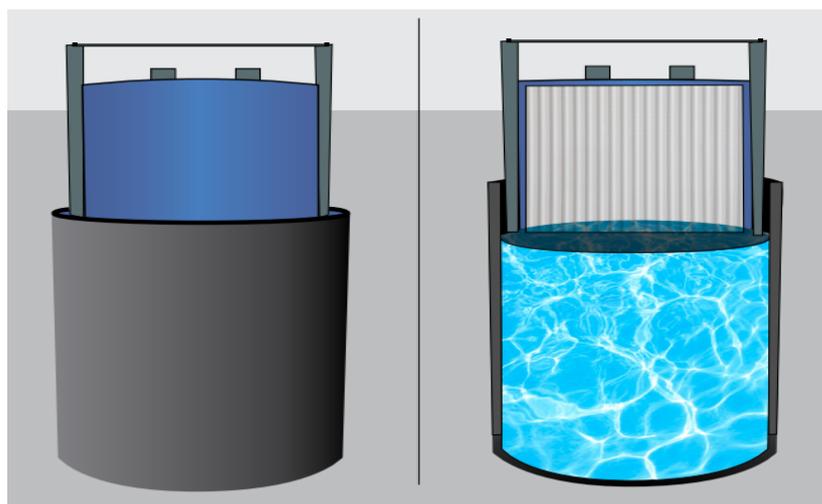


Figura 4.46: Esquema de gasómetro con campana flotante. Fuente: Guía Teórico-Práctica sobre el biogás y los biodigestores, FAO, Argentina, 2019.

→ **Velocidad de Carga Orgánica (VCO):** Es la cantidad de materia orgánica introducida diariamente en el reactor por unidad de volumen, siendo directamente dependiente de la concentración de sustrato y del tiempo de retención hidráulica fijado. En ausencia de inhibidores, altas cargas orgánicas proporcionan altas producciones volumétricas de biogás, aunque también aumenta el riesgo de sobrecargas puntuales que conllevan a la acidificación del reactor. Para sistemas batch a escala domiciliaria, se recomienda un VCO por debajo de 2 kgVS/m³.día (Eawag, 2014). Para este proyecto se tomó una VCO de 0,5 kgVS/m³.día en función a la temperatura media de las Islas del Delta y el tipo de biodigestor domiciliario elegido.

Con las consideraciones detalladas anteriormente, se procedió al diseño de los biodigestores domiciliarios para grandes y pequeños generadores, modelos "M" y "XL" respectivamente, con el mismo criterio que en el caso de las composteras domiciliarias (M para 7 usuarios, XL para 70 usuarios), contando con una generación per cápita de 0,678 kg/hab.día de restos alimenticios al 2041. En la *Tabla 4.29* se presentan los caudales diarios de entrada al biodigestor según modelo, considerando la relación agua-sustrato necesaria.

Tabla 4.29: Caudal de entrada para cada modelo de biodigestor domiciliarios diseñado. Fuente: Elaboración propia.

Modelos	Usuarios	Restos alimenticios (kg/día)	Agua (l/día)	Q tot (l/d)	Q tot (m ³ /d)
<i>M</i>	7	4,746	4,746	9,49	0,01
<i>XL</i>	70	47,46	47,46	94,92	0,09

A continuación, se procedió al cálculo de carga orgánica (CO), volumen del biodigestor y el tiempo de retención hidráulica (TRH) mediante las siguientes ecuaciones (*Ecuación 4.13, 4.14 y 4.15*):

Ecuación 4.13

$$CO \text{ (kgSV/día)} = \text{Caudal (dm}^3\text{/día)} \times 0,15 \text{ (\%ST)} \times 0,75 \text{ (\%SV)}$$

Ecuación 4.14

$$V \text{ (m}^3\text{)} = \frac{CO \text{ (kgSV/día)}}{VCO \text{ (kgSV/m}^3\text{.día)}}$$

Ecuación 4.15

$$TRH \text{ (días)} = \frac{V \text{ (m}^3\text{)}}{\text{Caudal (m}^3\text{/día)}}$$

En la *Tabla 4.30* se presentan los resultados obtenidos para ambos modelos de diseño.

Tabla 4.30: Resultados de CO, TRH y Volumen de cada modelo de biodigestor. Fuente: Elaboración propia.

Modelos	M	XL
Caudal (m³/día)	0,01	0,09
Carga orgánica (kgSV/día)	0,001	0,01
Sólidos Totales	15%	
Sólidos volátiles	75% ST	
VCO (kgSV/m³.día)	a 15°C = 0,5	
V biodigestor (m³)	0,002	0,02
TRH (días)	0,225	0,225

Luego se procedió a realizar la comparación del tiempo de retención hidráulica obtenido para cada caso con el TRH estimado según bibliografía (entre 40-60 días). De esta forma se observó que los resultados obtenidos no se ajustaban a lo esperado, obteniendo para ambos modelos un TRH de 0,225 días. Es así que se realizó nuevamente el cálculo del volumen del biodigestor, pero esta vez mediante la *Ecuación 4.15* utilizando un TRH bibliográfico, en este caso 50 días para una temperatura de 15°C. Los resultados para cada modelo de biodigestor se presentan en la *Tabla 4.31*.

Tabla 4.31: Resultados de CO, TRH y Volumen de cada modelo de biodigestor. Fuente: Elaboración propia.

Modelos	V biodigestor (m3)
M	0,47
XL	4,75

A partir de los volúmenes de biodigestores obtenidos para cada modelo, se determinaron las dimensiones de cada uno. En la *Tabla 4.32* se detallan las medidas de estos.

Tabla 4.32: Dimensiones de cada modelo de biodigestor domiciliario. Fuente: Elaboración propia.

Dimensiones Módulos		
	M	XL
Radio (m)	0,35	1
Altura (m)	1,2	1,5

Además, mediante las *Ecuaciones 3.1* y *3.2* se calculó tanto la producción de biogás por habitante durante los años 2021, 2031 y 2041, como la producción de líquido fertilizante para ambos modelos de biodigestores durante los mismos años. En la *Tabla 4.33* se presentan los resultados obtenidos.

Tabla 4.33: Producción de biogás y fertilizante mediante el uso de biodigestores. Fuente: Elaboración propia.

Años	Producción de Biogás (m3/hab.día)	Producción de Fertilizante modelo "M" (m3/día)	Producción de Fertilizante modelo "XL" (m3/día)
2021	0,002513	0,005191	0,057680
2031	0,003227	0,006665	0,066654
2041	0,004136	0,008543	0,085428

Una vez diseñados los reactores, se procedió al diseño total del biodigestor domiciliario, considerando todas las partes que lo componen. Debido a la gran diferencia en tamaños, los modelos se diferencian principalmente en el material del gasómetro elegido. A continuación, se detallan las características de los biodigestores domiciliarios, y en las *Figuras 4.48* y *4.49* se pueden ver ejemplos de los mismos:

- **Digestor:** Material plástico polipropileno, con forma cilíndrica.
- **Sistema de alimentación:** Cañerías de polipropileno, con adaptador de embudo para verter fácilmente el sustrato en el digestor.

- **Salida de efluente:** Cañería de polipropileno de 160 mm, para facilitar la operación del biodigestor, y balde receptor del líquido resultante.
- **Salida del biogás:** Cañería de polipropileno de 25 mm (FAO, Argentina, 2019).
- **Conducción del biogás:** Mangueras de plástico de 13 mm. Los sistemas de conducción del biogás deberán estar lo más tensos posibles, ya que, si se forman depresiones en la cañería y en la misma condensa agua, se genera una resistencia (FAO, Argentina, 2019).
- **Gasómetro:** Tanque de plástico polipropileno, forma cilíndrica y mismas dimensiones que el digestor. Campana flotante acumuladora de biogás de polipropileno para el modelo "M" y acero para el modelo "XL", con lastre y guías laterales para evitar movimientos y caídas durante su subida.
- **Válvula de salida del biogás:** Válvula esférica de PVC para abrir y cerrar el sistema de 1 pulgada.
- **Válvula de seguridad:** Para liberar los gases de forma automática en caso de llegar a la presión máxima deseada, y así prevenir pérdidas de efluentes.
- **Filtro de H₂S:** Dispositivo de tratamiento con un filtro de carbón activado para adsorber el sulfuro de hidrógeno del biogás. El mismo debe ser cambiado cada seis (6) meses aproximadamente (GEA Sustentable, Biogás, 2020).
- **Trampa de agua:** Trampa de extracción del vapor de agua contenido en el biogás (ver *Figura 4.47*). Toda la cañería de biogás tendrá una pendiente hacia la trampa de agua donde el agua condensará. Además, la trampa funciona como una segunda válvula de seguridad. Como la misma estará próxima al biodigestor, la trampa de agua se coloca próxima al lugar de uso. La trampa cuenta con un orificio purgador para el agua en exceso (FAO, Argentina, 2019).

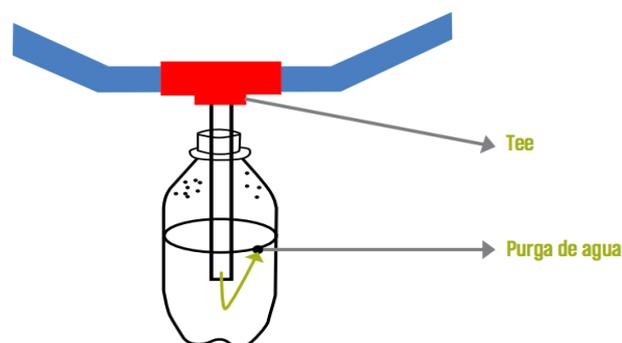


Figura 4.47: Ejemplo de trampa de agua. Fuente: Guía Teórico-Práctica sobre el biogás y los biodigestores, FAO, Argentina, 2019.

- **Mecanismo de compresión del gas:** Para mantener la presión del biogás almacenado constante a aproximadamente 15 mbar, es necesario colocar un lastre en la campana flotante de 60 kg para el modelo "M" y 600 kg para el modelo "XL" (Home Biogás Argentina, 2020).
- **Sistema de Purga:** Conducto de polipropileno, para retirar todo el lodo contenido en el interior del digestor. El mismo puede ser utilizado como enmienda para el jardín.
- **Elevación:** Biodigestores dispuestos sobre una estructura de madera (o pallets) la cual podrá variar en la altura según las necesidades individuales.
- **Sistema de Agitación:** Agitación mecánica a través de agitador manual de polipropileno con paletas.
- **Control de presión:** Manómetro.
- **Más materiales:** Bridas, sella roscas y cinta de teflón.



Figura 4.48: Ejemplo de biodigestor domiciliario con gasómetro de campana flotante. Fuente: Eawag, 2014.



Figura 4.49: Ejemplo de biodigestor domiciliario para grandes generadores, con gasómetro y agitación mecánica manual. Fuente: GEA Sustentable, 2020.

Además, para los pequeños generadores, se evaluará la compra directa de un biodigestor domiciliario de la marca Homebiogás Argentina, distribuida por la empresa GEA Sustentable, en San Fernando, Buenos Aires. Esto se debe a que el volumen de los biodigestores vendidos por la marca es de 0,6 m³, por lo que se ajusta correctamente para los pequeños generadores, sobrando volumen necesario, contando así con mayor capacidad de carga. En la Figura 4.50 se observan las características e información técnica del modelo distribuido por Homebiogás, y en la Figura 4.51 un ejemplo de estos.

HOME BIOGÁS®

- Cobertor, captura de calor solar
- Mecanismo de gas presurizado patentado
- Filtro de gas activo
- Vertedor de fácil uso
- Almacenamiento de gas incorporado
- Marcos livianos fáciles de armar
- Tanque digestor suspendido
- Tubería de gas
- Vista trasera
- Clorinador
- Salida de fertilizante natural y limpio
- Salida para remoción de barros

Hágalo usted mismo
Viene en una caja

INFORMACIÓN TÉCNICA

Qué se puede digerir por día:
Hasta 6 litros de residuos de comida, o
Hasta 15 litros de excremento animal

Salida de gas:
Biogás limpio (aprox. 65% CH₄ , 35% CO₂)
600 litros nominales (+3 horas de cocción)

Fertilizante:
Fertilizante natural líquido tratado

Presión nominal de gas:
15 milibars

Temperatura (promedio día/noche):
Sobre 17°C para una producción consistente de gas

Peso (vacío):
Sobre 17°C para una producción consistente de gas

Dimensiones:
127 (altura) / 165 (largo) / 100 (ancho) cm.

Figura 4.50: Ficha técnica del Homebiogás. Fuente: Homebiogás Argentina, GEA Sustentable.



Figura 4.51: Homebiogás. Fuente: Homebiogás Argentina, GEA Sustentable.

4.6.3 Comparación entre Alternativas I y II

Para comparar las dos alternativas propuestas para el tratamiento de los restos alimenticios, se tendrán en cuenta los siguientes criterios:

a) Costos de inversión inicial para ambas alternativas: La cantidad de dispositivos a entregar en ambos casos es la misma. De esta forma, se comparará directamente el precio final por unidad. En la *Tabla 4.34* se presentan los precios por unidad para los modelos "M" y "XL" de composteras y biodigestores, incluyendo el homebiogás. En el caso de los modelos "M", resultan más económicos los biodigestores domiciliarios, en especial los Homebiogás. Esto es sorprendente ya que la tecnología de un biodigestor es muchísimo mayor que la que requiere una compostera domiciliaria. Lo que se supone es que la demanda de composteras es mucho mayor en la actualidad que la de biodigestores debido a su dificultad de puesta en marcha y manejo en comparación con las composteras. Es así, que el precio de un biodigestor termina siendo menor. De esta forma, se concluye que para los pequeños generadores, es más económico adquirir biodigestores domiciliarios, en particular los ya vendidos por la empresa Homebiogás Argentina. En aspectos de mantenimiento, existen pequeños gastos de mantenimiento del biodigestor (cambio de carbón activado cada 6 meses), pero son mínimos y siguen sin superar el precio total de una compostera. Por otro lado, las composteras no cuentan con gastos de mantenimiento (como máximo una mano de cetol cada 10 años). Por último, para los modelos "XL" si resulta mucho más económico una compostera que un biodigestor. Esto se debe a que a mayor escala, si se hace notar el costo tecnológico de un biodigestor.

Tabla 4.34: Comparación de costos por unidad de composteras y biodigestores domiciliarios.

Fuente: Elaboración propia y Homebiogás Argentina, GEA Sustentable.

Costos (\$ARG)	Modelos	
	M	XL
Composteras	45.000	185.000
Biodigestores	39.883	320.661
Home Biogás	35.500	

b) Capacidades técnicas necesarias para la utilización de ambas tecnologías: En este aspecto, la utilización de composteras es mucho más simple que la de biodigestores. Sobre todo a mayor escala, donde se hace más difícil aún la utilización de biodigestores, necesitando de un control más estricto de parámetros como pH, relación carbono:nitrógeno, presión, etc. De todas formas, a nivel domiciliario también se necesita una mayor capacitación del usuario para la operación de un biodigestor que para la utilización de una compostera. En ambos casos se necesitará un control por parte de la municipalidad cuya frecuencia disminuirá con el tiempo, a medida que el usuario se capacita. De todas formas, en el caso de la utilización de biodigestores domiciliarios, el control deberá ser mayor.

c) Impacto ambiental de cada tecnología: El material de las composteras domiciliarias es de madera, barnizadas con cetol, mientras que los biodigestores son de plástico (en su mayoría polipropileno). Ambos materiales tienen un impacto negativo en el ambiente, en el caso de la madera, es talada de árboles plantados para tal propósito, pero que ocupan un espacio donde solía haber un ecosistema nativo el cual fue destruido. Por otro lado, el plástico proveniente del petróleo, el cual tiene un impacto altísimo en el ambiente, desde su extracción, su refinamiento, transporte y almacenamiento, hasta su simple uso ya que se trata de un combustible no renovable. Además, se estaría distribuyendo plástico por las islas, lo cual no es conveniente si se busca mantener el ambiente lo más natural posible. Es por esto que la opción de composteras de madera resulta la más adecuada para su utilización en las islas, considerando también que, una vez terminado el ciclo de vida de las composteras, son biodegradables y compostables in situ, sin la necesidad de una recolección y transporte hasta una industria recicladora.

d) Beneficios ambientales de la utilización de ambas tecnologías: Ambientalmente, la utilización de ambas tecnologías es muy beneficiosa ya que ambas tratan los residuos alimenticios y los revaloran mediante la obtención de productos de gran valor. De lo contrario, una disposición final de los restos alimenticios en rellenos sanitarios o basurales a cielo

abierto, contribuyen a la emisión de gases de efecto invernadero a la atmósfera (si no son capturados y tratados correctamente), percolación de líquidos lixiviados contaminados con metales pesados en el suelo, llegando a contaminar las napas y cuerpos de agua superficiales, y a la disminución del ciclo de vida de los rellenos, ocupando un gran volumen en los mismos. Es así, que la utilización de ambas tecnologías conlleva a la implementación de hábitos sustentables, en armonía con el ambiente, en el cual no existe la basura, sino residuos como recursos. En el caso del biodigestor nos encontramos con un plus ya que genera energía renovable y permite reemplazar la energía convencional utilizada en el hogar.

e) **Beneficios de los productos obtenidos mediante la utilización de las distintas tecnologías:** En cuanto a los productos obtenidos en ambas tecnologías, nos encontramos con que mediante un compostaje de los residuos orgánicos se obtiene un líquido lixiviado útil como fertilizante para las plantas, y una enmienda natural, denominada compost. Por otro lado, mediante la biodigestión, se obtiene un líquido fertilizante natural, un lodo utilizable como enmienda para el suelo, y biogás capaz de producir energía térmica para su utilización en cocinas, calefones y más, en reemplazo del gas natural, y hasta energía eléctrica mediante un generador. En este aspecto, los productos brindados por el biodigestor domiciliario son mucho más beneficiosos, sobretodo considerando que su utilización es en las Islas del Delta, lugar en el cual el acceso a gas o energía eléctrica es difícil y costoso.

A partir de lo discutido previamente, se concluye que la técnica de Compostaje Domiciliario es la idónea para ser utilizada como tratamiento de los residuos alimenticios generados por los habitantes de las Islas del Delta de Tigre. Esto se debe principalmente a la simplicidad de las capacidades técnicas necesarias para realizar y mantener el proceso de compostaje en funcionamiento, y al hecho de que distribuir plástico por todas las Islas del Delta de Tigre no resulta la mejor opción ambiental, siendo este el caso de los biodigestores domiciliarios. Además, se consideró que a partir de la encuesta realizada durante el diagnóstico (*Capítulo 2.6*), se obtuvo que un 88,3% de los encuestados afirmó saber lo que significa el proceso de compostaje, contando con un 56,7% que ya realiza este proceso en sus hogares. De esta forma, se concluyó que esta metodología de tratamiento de residuos alimenticios es la ideal para la población isleña.

4.7 Residuos Voluminosos

Dentro de los residuos considerados como voluminosos para el presente proyecto, se encuentran los restos de poda y jardín, maderas, neumáticos, RAEEs de gran volumen (como heladeras, lavarropas, etc) y los restos de construcción y demolición (áridos). Como se mencionó anteriormente, los mismos deberán ser separados y almacenados en origen por los residentes, quienes deberán comunicarse luego con la municipalidad para coordinar fecha y horario de recolección de estos. Los días de atención al vecino para coordinar fechas de retiro de voluminosos serán los Lunes y Viernes de 8 a 20 hs, siendo éste el horario de funcionamiento de la Estación de Transferencia Multipropósito.

La recolección de los voluminosos se llevará a cabo por las dos lanchas de 6,2 m de eslora sin cabina, las cuales no contarán con contenedores en su interior, pero sí se utilizarán los bolsones de polipropileno (Big Bags) para evitar el vuelco de los residuos al cuerpo de agua (principalmente los áridos y los restos de poda y jardín).

Para realizar esta tarea, los timoneles recolectores, contarán con una capacitación previa sobre higiene y seguridad en la recolección a bordo de voluminosos, y se les proporcionarán los correspondientes Elementos de Protección Personal (EPP) y vestimenta adecuada, entre la cual se encuentran zapatos de seguridad cómodos para moverse tanto a bordo como en tierra firme, pantalón largo con franjas reflectantes, chaleco reflectante, chaleco salvavidas, gorra, guantes y anteojos.

Una vez arribadas las lanchas recolectoras a la Estación de Transferencia Multipropósito, los voluminosos serán almacenados en la zona denominada "Zona de Almacenamiento Temporal Voluminosos" cerrada y ventilada de 50 m², hasta ser retirados o enviados mediante el camión volquete utilizado también para el traslado de la corriente restos, dependiendo del residuo. A continuación, se detalla el destino de cada residuo voluminoso una vez abandonada la Estación de Transferencia Multipropósito:

- 1. Restos de Poda y Jardín y maderas:** Retirados por la gestión actual de Poda y Jardín presente en la Municipalidad de Tigre Continente.
- 2. Residuos de Construcción y Demolición:** Retirados por la gestión actual de Áridos presente en la Municipalidad de Tigre Continente.
- 3. Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEEs):** Enviados a la empresa B, GEA Sustentable, ubicada sobre la calle Juan N. Madero 2601, San Fernando, Buenos Aires (Municipio lindero). Datos de contacto: Teléfono: (011) 2149-1639 / e-mail: info@geasustentable.com.ar

4. **Neumáticos:** Enviados a la empresa Regomax, ubicada sobre la calle Salvador Debenedetti 8947, San Martín, Buenos Aires. Datos de contacto: Teléfono: (54 11) 5290-7913/14 / e-mail: info@regomax.com

4.8 Puntos Verdes (PV) y Puntos Verdes Especiales (PVE)

Como se mencionó anteriormente, a la hora de disponer residuos especiales domiciliarios como aceite vegetal usado, pilas, aerosoles y pequeños RAEEs, entre otros, los residentes tendrán que separarlos en el hogar y transportarlos hasta los Puntos Verdes ubicados en el continente. Para esto, los vecinos pueden retirar gratuitamente por los Puntos Verdes bolsas de tela, evitando así la utilización de bolsas de plástico de un solo uso. En la *Figura 4.53* se observa un ejemplo de Punto Verde.

En total se contará con tres Puntos Verdes (PV), todos sobre el continente, ubicándose uno en cada amarra isleña, y un tercero en la Estación de Transferencia Multipropósito, el cual será "Especial" (PVE). Es así que las ubicaciones de cada PV y PVE son las detalladas a continuación (ver *Figura 4.52*):

1. Punto Verde (PV) en amarra Isleña "Hugo del Carril", sobre el Río Tigre, calle Juncal, Tigre, Provincia de Buenos Aires.
2. Punto Verde (PV) en amarra Isleña "Rodolfo Walsh", en la intersección de los Ríos Reconquista y Luján, calle Caupolicán 150-198, Rincón de Milberg, Provincia de Buenos Aires.
3. Punto Verde Especial (PVE) en Estación de Transferencia Multipropósito, sobre el Río Luján, calle Callao, Rincón de Milberg, Provincia de Buenos Aires.



Figura 4.52: Ubicación de los Puntos Verdes identificados con el símbolo de reciclaje en color verde. Tigre, Buenos Aires. Fuente: Elaboración propia mediante Google Maps.

Los Puntos Verdes funcionarán de martes a domingos de 10 a 16 hs, contando con una persona por punto. En los mismos se recibirán, limpios y secos, los siguientes materiales:

- **Reciclables no especiales:** vidrio, metal, plástico, papel y cartón ⇒ Se trasladarán a la Planta de Separación y Clasificación ubicada en la Estación de Transferencia Multipropósito para su respectivo tratamiento.
- **Reciclables especiales:** Telgopor y Aerosoles ⇒ Se trasladarán a GEA Sustentable para su tratamiento.
- **Aceite vegetal usado** ⇒ Se recolectarán por la empresa RBA Ambiental. Datos de contacto: Teléfono: 11 4666 2220 / pág: <http://www.rba-ambiental.com.ar>
- **Pilas** ⇒ Se acopiarán en envases EcoVolta y se recolectarán luego por la misma organización para su reciclado. Datos de contacto: Teléfono: 4381-0808 / pág: www.ecovolta.org

Por otro lado, el Punto Verde Especial funcionará solo los lunes y viernes de 10 a 16 hs, y recibirá todo lo mencionado anteriormente más lo siguiente:

- **Pequeños RAEEs, baterías y toners** ⇒ Se trasladarán a GEA Sustentable para su tratamiento.



Figura 4.53: Ejemplo de Punto Verde. Fuente: Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires.

4.9 Campaña de Comunicación y Educación

A lo largo del presente capítulo se presenta y desarrolla la Campaña de Comunicación y Educación propuesta para el proyecto. La implementación de la misma es de suma importancia para lograr que la GIRSU descrita tenga éxito en el territorio.

Como se detalló anteriormente, todo el sistema de gestión propuesto comienza con una separación en origen por parte de los residentes, siendo este el principal pilar de la GIRSU.

Para lograr que la separación en origen ocurra, se requiere de la incorporación de nuevos hábitos y cumplimiento de los mismos por parte de los habitantes permanentes, temporarios y visitantes de las Islas del Delta de Tigre.

Incorporar nuevos hábitos no es tarea fácil, pero la campaña apunta a eso, ya que se considera que por el simple hecho de que la Municipalidad de Tigre aporte los contenedores, infraestructura y un sistema de gestión adecuado para que el vecino realice una separación en origen sin problemas, no se asegura que el mismo efectivamente la ponga en práctica. Además, se consideran lo siguiente:

- El hecho de que una persona sepa lo que debe hacer no significa que lo hará.
- El hecho de que una persona quiera adoptar un comportamiento no significa que lo hará.
- El hecho de que una persona tema una consecuencia determinada no significa que tomará medidas para prevenir eso.
- Muchas de las acciones que las personas realizan para mejorar sus vidas no se realizan necesariamente por la razón racional que promovemos.

Es por esto que para la campaña se utilizará como guía el Manual de Cambios de Comportamiento realizado en el 2017 por Helvetas Swiss Intercooperation junto con Eawag. En el mismo se utiliza el modelo denominado "RANAS" (2012), como abreviación en inglés de Risk, Attitudes, Norms, Ability and Self-regulation, traducido al castellano como Riesgo, Actitudes, Normas, Habilidades y Autorregulación. Este modelo se guía por el principio de que el comportamiento humano depende de cinco factores psicológicos, que se pueden dividir en grupos de cinco factores los cuales se pueden observar con detalle en la *Tabla 4.35*. La experiencia muestra que una estrategia de comportamiento es más eficaz si influye en cada uno de estos factores psicológicos (Helvetas, Eawag, 2017), existiendo técnicas específicas para cada uno.

Tabla 4.35: Modelo RANAS para el Cambio de Comportamiento. Fuente: Elaboración propia a partir del Manual de Cambios de Comportamientos, Helvetas Swiss Intercooperation, 2017.

Modelo RANAS para el Cambio de Comportamiento			
Contexto Social relacionado a las Técnicas para el Cambio del Comportamiento	Contexto Psicológico		Contexto personal
	Factores	Descripción	
Información sobre las técnicas	De Riesgo: Salud, Vulnerabilidad, gravedad	El conocimiento y entendimiento sobre los riesgos a su salud	Comportamiento deseado
Técnicas convincentes	De Actitud: Creencias sobre costo y beneficio, sentimientos	La actitud positiva o negativa frente a un determinado comportamiento	
Normas de las técnicas	De Normas: Otros comportamientos, Importancia personal, Otras aprobaciones o desaprobaciones	La presión social percibida hacia un comportamiento	
Infraestructura y habilidades necesarias para las técnicas	De Habilidades: Conocimiento de Cómo hacerlo, Confianza en el desempeño y la continuidad.	La confianza en la propia habilidad de adoptar el comportamiento	
Planificación y Prevención de problemas con las técnicas	De Autoregulación: Plan de Acción, Plan de Control, Recordatorios, Compromiso.	El intento de planificar y autorregular el comportamiento	

De esta forma, para la campaña propuesta se realizarán, mediante un equipo interdisciplinario, las siguientes etapas:

1. Identificación de los determinantes del comportamiento:

- a. Definir el comportamiento a cambiar y la población específica a la que se dirigirá.
- b. Recoger información sobre factores psicológicos y contextuales que influyen en el comportamiento.
- c. Asignar factores de comportamiento a los factores en el modelo RANAS.

2. Medir y determinar factores de comportamiento:

- a. Desarrollar un cuestionario para medir factores de comportamientos y observar así distintas conductas.
- b. Realizar una encuesta de referencia representativa.
- c. Determinar los factores que dirigen el comportamiento objetivo (comparar los practicantes y los no practicantes del comportamiento).

3. Seleccionar técnicas de cambio de comportamiento y diseñar estrategias de cambio de comportamiento:

- a. Determinar técnicas de cambio de comportamiento.
- b. Desarrollar y diseñar estrategias de cambio de comportamiento basadas en los factores identificados.

4. Implementar y evaluar estrategias de cambio de comportamiento.

- a. Implementar diferentes estrategias.
- b. Desarrollar el cuestionario final y realizar una encuesta de evaluación.
- c. Definir la estrategia más eficaz y adaptar la intervención.

A continuación, se hará hincapié en la Etapa 3, para la cual se proponen técnicas para lograr el cambio de comportamiento deseado, siendo en este caso, la correcta gestión individual de los residuos generados por los habitantes de las Islas del Delta de Tigre. De todas formas, las mismas dependerán de los resultados obtenidos durante las Etapas 1 y 2. Se propone lo siguiente:

- Realizar volantes y contenido digital para divulgar el proyecto y su iniciación.
- Realizar volantes digitales, imanes, stickers y más contenido digital para informar de forma abreviada cómo realizar una correcta separación en origen en función a la GIRSU propuesta.
- Organizar charlas quinenciales para concientizar y comunicar el proyecto a los vecinos de las Islas del Delta de Tigre mediante la utilización de presentaciones powerpoint. Una vez puesta en marcha la GIRSU, continuar con charlas abiertas mensuales.
- Crear una Aplicación específica de GIRSU Delta de Tigre, denominada "**Eco Delta**", para mantener actualizados e informados no solo a los residentes, sino a los turistas o visitantes de las Islas. De esta forma, los turistas al descargar la aplicación podrán inmediatamente acceder a toda la información necesaria para gestionar correctamente sus residuos durante su estadía y cuidar así el ambiente natural que visitan. La misma aplicación podrá contar también con Juegos de reciclaje y gestión de residuos, Preguntas y Respuestas, Ejemplos internacionales, Estadísticas e información sobre cómo gestionar correctamente los residuos.
- Habilitar varios medios de comunicación con los residentes, turistas y visitantes para lograr obtener feedbacks respecto al desarrollo e implementación de la GIRSU. Entre estos medios se encuentran los siguientes:
 - La aplicación "**Eco Delta**"
 - Casilla de mail oficial de la GIRSU.
 - Número de teléfono fijo y celular de atención específica sobre la GIRSU.
 - Página de internet de la GIRSU.
 - Redes Sociales de la GIRSU: Facebook, Instagram, Twitter oficiales y grupos de Whatsapp optativos.

- Ofrecer cursos, talleres y clases gratuitas y abiertas a la comunidad, tanto a distancia (online) como presenciales, sobre Compostaje, GIRSU, 3R (Reducir, Reutilizar y Reciclar), Cuidado Ambiental y más, liderados por profesionales y alumnos voluntarios de carreras ambientales.
- Realizar actividades recreativas para todos los habitantes de las islas, en las cuales se enseñe mediante competencias y juegos, la correcta forma de gestionar los residuos.
- Organizar eventos como ferias y festivales en las islas para concientizar, educar y compartir momentos con más vecinos interesados en el cuidado ambiental. Las mismas pueden contar con música, juegos ambientales, comidas veganas y vegetarianas, venta de productos naturales como shampoo y crema sólidos, detergentes naturales, esponjas de Lufa, cepillos de dientes de bambú, pasta dental natural, botellas reutilizables, copas menstruales, cremas naturales, sorbetes de metal, artículos de limpieza biodegradables y naturales, y más. De esta forma se consigue informar sobre la existencia de productos alternativos y sustentables, y motivar así su utilización.
- Organizar limpiezas del río comunitarias y optativas cada quince días, en las cuales la municipalidad ofrezca bolsas y guantes para la recolección, junto con la gestión necesaria para luego trasladar lo recolectado a la Estación de Transferencia Multipropósito para identificar elementos que puedan ser reciclados, transportando el resto al CEAMSE.
- Realizar visitas guiadas a la ETM abiertas para cualquier ciudadano que lo desee, como también a instituciones como escuelas, empresas, clubes, etc.
- Realizar charlas a escuelas, restaurantes, clubes o cualquier entidad que así lo desee, para comunicar y educar sobre temas ambientales, lideradas también por profesionales en conjunto de estudiantes voluntarios.
- Llevar a cabo seguimientos de compostaje domiciliario individuales, en cada hogar, escuela, restaurante, etc, con una frecuencia semanal al principio de la GIRSU, la cual al pasar de los meses podrá ser más espaciada. De esta forma se logra asegurar la correcta utilización y mantenimiento de las composteras domiciliarias, junto con la posibilidad de los usuarios de sacarse todas las dudas al respecto.

En la *Figura 4.54* se presenta un volante explicativo de cómo realizar el compostaje domiciliario correctamente, mediante la enumeración de ejemplos de residuos sólidos urbanos que sí pueden compostarse y que residuos que no.



Figura 4.54: Volante explicativo sobre el Compostaje Domiciliario para los habitantes de las Islas del Delta de Tigre. Fuente: Elaboración propia.

4.10 Conclusiones

Como se mencionó anteriormente, respecto a las alternativas propuestas, se optó por un tratamiento de los residuos alimenticios generados en las Islas del Delta de Tigre mediante Compostaje Domiciliario. De esta forma, la Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos propuesta para las Islas del Delta de Tigre queda según se presenta en la *Tabla 4.35*.

Tabla 4.35: Propuesta de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos para las Islas del Delta de Tigre; TB: Temporada Baja (abril-noviembre); TA: Temporada Alta (diciembre-marzo). Fuente: Elaboración propia.

GIRSU ISLAS DEL DELTA DE TIGRE					
Corrientes	Reciclables	Restos	Orgánicos	Especiales	Voluminosos
Fecha inicio fin proyecto	2021 – 2041				
Área de intervención	Islas del Delta de Tigre, Buenos Aires, Argentina.				
Frecuencia de recolección al 2041	TB: Lunes, Miércoles y Viernes. TA: Todos los días.	TB y TA: Lunes y Viernes.	-	-	Lunes o Viernes mediante solicitud online/telefónica (8-20hs)
Horario de retiro	6 - 12 hs	6 - 12 hs	-	-	6 - 12 hs
Modalidad de disposición inicial	Contenedores diferenciados	Contenedores diferenciados	Composteras Domiciliarias	Bolsas de tela y entrega en Puntos Verdes	En el horario acordado con señalización sobre el muelle
Sistema de recolección	Lancha Recolectora Restos y Reciclables	Lancha Recolectora Restos y Reciclables	-	-	Lancha Recolectora Voluminosos
Tratamiento intermedio	Estación de Transferencia Multipropósito	Estación de Transferencia Multipropósito	Tratamiento domiciliario mediante Composteras	Puntos Verdes	Almacenamiento y gestión según material

CAPÍTULO 5: Planos del Proyecto

Se adjuntan en el *Anexo I* los doce (12) planos desarrollados para el presente proyecto. Los mismos ilustran a modo de referencia las unidades, instalaciones y estructuras necesarias para la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos propuesta para las Islas del Delta de Tigre. Por lo tanto, cumplen el rol de complementar la memoria descriptiva y de cálculo explicadas a lo largo del capítulo anterior.

A continuación, se detallan los planos diseñados:

1. **ETM01:** Estación de Transferencia Multipropósito, vista en planta.
2. **ETM02:** Planta de Separación y Clasificación de corriente reciclables, vista lateral.
3. **ETM03:** Estación de Transferencia de corriente restos, vista lateral.
4. **LRDT:** Lancha Recolectora Delta de Tigre, vista frontal, lateral y superior.
5. **CDMI:** Compostera Domiciliaria Modelo M "I", vista frontal, lateral y superior.
6. **CDMII:** Compostera Domiciliaria Modelo M "II", vista frontal, lateral y superior.
7. **CDXLI:** Compostera Domiciliaria Modelo XL "I", vista frontal, lateral y superior.
8. **CDXLII:** Compostera Domiciliaria Modelo XL "II", vista frontal, lateral y superior.
9. **CPGMI:** Cesto Pequeños Generadores Modelo I, vista frontal, lateral y superior.
10. **CPGMII:** Cesto Pequeños Generadores Modelo II, vista frontal, lateral y superior.
11. **CGGMI:** Cesto Grandes Generadores Modelo I, vista frontal, lateral y superior.
12. **CGGMII:** Cesto Grandes Generadores Modelo II, vista frontal, lateral y superior.

CAPÍTULO 6: Cómputo y Presupuesto

Durante el presente capítulo se desarrollará el análisis financiero para la Gestión Integral de RSU propuesta previamente para las Islas del Delta de Tigre. Al igual que cualquier gestión integral de RSU ambientalmente adecuada y acorde con un modelo sustentable, la GIRSU presentada requiere de mejoras operativas y tecnológicas, las cuales representan, además, desafíos a nivel de sostenibilidad financiera. Es por esto, que es de gran importancia conocer el costo de la GIRSU desde una mirada integral.

Según el Observatorio Nacional de GIRSU, el Costo Total de la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (CTGIRSU) es el costo que tiene para un municipio, en un período de tiempo normalmente de un año, llevar adelante la gestión de RSU. Ello implica calcular el costo de todas las actividades y todas las fases que la componen, logrando así un CTGIRSU integral (Observatorio Nacional de GIRSU, 2010).

Es así, que para la GIRSU propuesta, se llevará a cabo el análisis financiero de las siguientes fases:

1. Disposición inicial selectiva de corrientes restos, reciclables y residuos alimenticios.
2. Recolección fluvial de corrientes restos, reciclables y voluminosos.
3. Recepción de residuos en el continente (ETM).
4. Tratamiento de la corriente reciclables en la Planta de Separación y Clasificación dentro de la ETM.
5. Transferencia de la corriente restos en la Estación de Transferencia dentro de la ETM.
6. Gestión de los residuos especiales en los Puntos Verdes y Puntos Verdes Especiales.
7. Campaña de Comunicación y Educación.
8. Administración.
9. Transporte y Disposición final de la corriente restos en Relleno Sanitario CEAMSE.

6.1 Inversión Inicial

La inversión inicial de capital consiste en el costo directo relacionado a la puesta en marcha de la GIRSU total propuesta, considerando los equipos, maquinaria, vehículos, elementos de seguridad e higiene, herramientas y más, necesarios de ser incorporados para las fases previamente mencionadas, junto con un apartado final en el cual se consideran los costos ingenieriles y de mano de obra para la construcción de la ETM. En la *Tabla 6.1* se presenta el Cómputo y Presupuesto calculado para el proyecto, dividido en las fases

mencionadas junto con el porcentaje de incidencia de cada una en función del costo neto total. Para el mismo, no se consideró el costo de la compra del terreno.

A partir del mismo, se pudo observar que el mayor porcentaje de incidencia lo tiene la fase de Disposición Inicial, relacionado a todos los cestos y composteras diseñadas específicamente para el ambiente del Delta, las cuales se deben distribuir a todos los habitantes del mismo. Por otro lado, en segundo lugar, se encuentra la fase de Recolección, dentro de la cual se considera la contenerización de las lanchas, los elementos de protección personal para los tripulantes de las lanchas recolectoras, los elementos de seguridad a bordo, la construcción del varadero de las lanchas, el elevador náutico y los trailers para las lanchas y gomones, entre otras cosas.

Es importante aclarar que muchos presupuestos se obtuvieron en dólares americanos (US\$), y se pasaron a peso argentino al precio del Banco de la Nación Argentina al día 20/10/2020: US \$1 = AR \$78,18.

En total, se calcula un costo de inversión inicial total de AR \$142.851.616 (PESOS CIENTO CUARENTA Y DOS MILLONES, OCHOCIENTOS CINCUENTA Y UN MIL, SEISCIENTOS DIEZ Y SEIS).

Tabla 6.1: Cómputo y presupuesto del proyecto GIRSU para las Islas del Delta de Tigre, inversión inicial. Fuente: Elaboración propia.

Inversión Inicial										
	Fase de GIRSU	Aclaración	NºItem	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (ARS)	Importe Item (ARS)	Importe Rubro (ARS)	% Incidencia
1	Disposición Inicial	Restos y Reciclables	1.1	Cesto Pequeños Generadores Modelo II	Unidades	1.081	5.500	5.945.500	85.641.940	60,0
			1.2	Cesto Grandes Generadores Modelo II	Unidades	120	51.000	6.120.000		
			1.3	Bolsas Big Bag PG	Unidades	6.486	40	259.440		
			1.4	Bolsas Big Bag GG	Unidades	720	400	288.000		
		Compostaje Domiciliario	1.5	Compostera Domiciliaria Modelo M II	Unidades	1.081	45.000	48.645.000		
			1.6	Compostera Domiciliaria Modelo XL II	Unidades	120	185.000	22.200.000		
		Distribución	1,7	Distribución de composteras y cestos	Unidades	260	8.400	2.184.000		
2	Recolección	Restos y Reciclables	2.1	Contenedores Lancha	Unidades	12	150.000	1.800.000	14.132.146	9,9
		Voluminosos	2.2	Bolsas BigBags	Unidades	200	400	80.000		
		Ropa Tripulantes Recolectores y EPP	2.3	Chalecos Salvavidas	Unidades	18	2.200	39.600		
			2.4	Anteojos de sol	Unidades	18	3.562	64.116		
			2.5	Sombrero protección UV	Unidades	18	1.755	31.590		
			2.6	Guantes	Unidades	18	1.630	29.340		
			2.7	Zapatos Náuticos	Unidades	18	4.500	81.000		

		2.8	Vestimenta	Unidades	18	4.320	77.760		
	Elementos de Seguridad a Bordo	2.9	Botiquín primeros auxilios	Unidades	10	1.119	11.190		
		2.10	Radio	Unidades	10	18.820	188.200		
		2.12	Bengalas de mano	Unidades	10	2.299	22.990		
		2.13	Bengala Señal de humo anaranjado	Unidades	10	4.000	40.000		
		2.14	Achicador manual	Unidades	10	300	3.000		
		2.15	Extintor triclase 1kg	Unidades	10	1.500	15.000		
		2.16	Remo y Bichero	Unidades	10	1.605	16.050		
		2.17	Ancla, cadena y cabo	Unidades	10	1.100	11.000		
		2.18	Poncho reglamentario	Unidades	30	450	13.500		
		Varadero	2.19	Trailer Lanchas 9.8 m eslora	Unidades	6	1.633.440	9.800.640	
	2.20		Trailer gomones 4.3 m eslora	Unidades	2	176.000	352.000		
	2.21		Trailer Lanchas 6.2 m eslora	Unidades	2	272.281	544.562		
	2.22		Elevador náutico	Unidades	1	400.608	400.608		
	2.23		Galpón Tinglado de Chapa	m2	120	4.250	510.000		
ETM	Terreno	3.2	Caminos internos	m2	2.080	200	416.000	11.640.818	8,1
		3.3	Muelle	m2	107	9.000	963.000		
		3.4	Estacionamiento	m2	260	200	52.000		
		3.5	Parquizado	m2	1.070	150	160.500		
	3.6	Pluma	Unidades	1	1.575.000	1.575.000			

		Zona de Descarga	3.7	Báscula	Unidades	1	350.000	350.000		
			3.8	Tinglado de Chapa	m2	103	2.250	231.750		
		Vehículos	3.9	Tractor	Unidades	4	1.171.942	4.687.768		
			3.10	Remolque volquete	Unidades	4	801.200	3.204.800		
4	Separación y Clasificación corriente Reciclables	Equipamiento y Maquinaria	4.1	Tolva de descarga	Unidades	1	375.264	375.264	12.041.132	8,4
			4.2	Cinta de alimentación 5m	Unidades	1	598.859	598.859		
			4.3	Cinta transportadora 9.3m	m	9,3	78.024	725.620		
			4.4	Cinta de clasificación 5m	Unidades	1	547.260	547.260		
			4.5	Carros metálicos	Unidades	8	6.560	52.480		
			4.6	Columnas de descarga	Unidades	8		0		
			4.6	Contenedor voluminosos	Unidades	1	5.500	5.500		
			4.7	Contenedor Rechazo	Unidades	1	3.200	3.200		
			4.8	Plataforma Sep. Voluminosos con columna de descarga	Unidades	1	7.500	7.500		
			4.9	Plataforma Cinta de Clasific. con columna de descarga	Unidades	1	15.600	15.600		
			4.10	Prensa Metales	Unidades	1	589.000	589.000		
			4.11	Prensa Plastico y Celulósicos	Unidades	1	459.000	459.000		
			4.12	Trituradora vidrios	Unidades	1	325.000	325.000		
			4.13	Mesas de clasificación	Unidades	3	4.200	12.600		
		Terreno	4.14	Construcción Planta	m2	693	6.254	4.334.299		

		Vehículos	4.15	Autoelevador	Unidades	1	1.172.700	1.172.700		
			4.16	Pala Cargadora	Unidades	1	2.736.000	2.736.000		
		Ropa y EPP	4.17	Guantes	Unidades	50	175	8.750		
			4.18	Barbijos	Unidades	50	260	13.000		
			4.19	Vestimenta	Unidades	25	1.600	40.000		
			4.20	Chaleco reflectivo	Unidades	50	145	7.250		
			4.21	Casco	Unidades	50	245	12.250		
5	Transferencia corriente Restos	Equipamiento y Maquinaria	5.1	Tolva de descarga	Unidades	1	1.100.000	1.100.000	7.492.322	5,2
		Terreno	5.2	Construcción Estación	m2	584,6	6.254	3.656.322		
		Vehículos	5.3	Pala Cargadora	Unidades	1	2.736.000	2.736.000		
6	Residuos Especiales	Puntos Verdes	6.1	Punto Verde 20 m2	Unidades	3	90.000	270.000	299.250	0,2
			6.2	Cestos	Unidades	15	1.950	29.250		
7	Administración	Terreno	7.1	Construcción	m2	136,7	5.500	751.850	1.469.850	1,0
		Oficinas	7.2	Escritorios y sillas	Unidades	8	11.000	88.000		
			7.3	Computadoras	Unidades	8	35.000	280.000		
		Comedor	7.4	Mesa comedor y sillas	Unidades	1	35.000	35.000		
			7.5	Cocina	Unidades	1	19.000	19.000		
		Enfermería	7.6	Camilla	Unidades	1	10.000	10.000		
			7.7	Desfibrilador	Unidades	1	180.000	180.000		
			7.8	Botiquín primeros auxilios	Unidades	2	3.000	6.000		
		Vestuarios	7.9	Equipamiento	Unidades	2	50.000	100.000		

8	Campaña de Comunicación y Educación	Trabajo profesional	8.1	Diagnóstico y plan de acción	Unidades	1	100.000	100.000	610.000	0,4
		Herramientas	8.2	Volantes digitales	Unidades	10	1.000	10.000		
			8.3	Imanes	Unidades	10.000	10	100.000		
			8.4	Aplicación	Unidades	1	400.000	400.000		
9	Transporte y Disposición Final en RS	Vehículos	9.1	Camión transportador	Unidades	1	8.500.000	8.500.000	8.500.000	6,0
10	Ingeniería de proyectos y mano de obra de construcción	Ingeniería	10.1	Proyecto de ingeniería básica	gl	1	62.544	62.544	1.024.158	0,7
			10.2	Proyecto de Ingeniería en detalle	gl	1	78.180	78.180		
			10.3	Informe técnico y plano conforme a obra	gl	1	62.544	62.544		
		Mano de Obra	10.4	Operarios construcción de ETM	gl	20	31.272	625.440		
			10.5	Supervisión de obra	gl	2	78.180	156.360		
		Gestión	10.6	Varios	gl	1	39.090	39.090		
COSTO NETO TOTAL									142.851.616	

6.2 Costo de Operación y Mantenimiento

Los costos de operación y mantenimiento son los que se generan a la hora de garantizar el correcto desempeño de todas las fases de la GIRSU propuesta. Los mismos están asociados a la complejidad de la actividad a realizar y de la tecnología empleada para la misma. Estos se presentan en la *Tabla 6.2*, de la cual se concluye que el mayor costo lo tiene el rubro del personal, necesitando un total de 53 personas para llevar a cabo todas las fases de la GIRSU propuesta.

Respecto al consumo de combustible, tal como se detalló en el *Capítulo 4.4.2.1*, el consumo total anual para el año de diseño de rutas obtenido fue de 11.563 litros, tomando el precio de la Nafta Súper al 20/10/2020: 1L = AR \$63.

De esta forma, se obtuvo que el costo de operación y mantenimiento total por año es de AR \$24.668.257 (PESOS VEINTICUATRO MILLONES, SEISCIENTOS SESENTA Y OCHO MIL, DOSCIENTOS CINCUENTA Y SIETE).

Es importante aclarar que, debido a los materiales reciclables recuperados en la Planta de Separación y Clasificación propuesta para la corriente reciclables, se prevé un ingreso municipal proveniente de su comercialización. A continuación, en el *Capítulo 6.3* se desarrolla el cálculo del mismo.

Tabla 6.2: Costos de Operación y Mantenimiento del proyecto GIRSU para las Islas del Delta de Tigre. Fuente: Elaboración propia.

Costos de Operación y Mantenimiento GIRSU								
Rubro	Fases	NºItem	Descripción	Unidad	Cantidad anual	Costo Unitario (ARS)	Importe Item (ARS/año)	Importe Rubro (ARS/año)
Personal	Recolección residuos	1.1	Tripulación	Personas	18	480.000	8.640.000	23.900.000
		1.2	Supervisión	Personas	2	550.000	1.100.000	
	Zona de descarga	1.2	Receptores	Personas	2	360.000	720.000	
		1.3	Transportadores de residuos	Personas	4	360.000	1.440.000	
	Planta de Separación y Clasificación	1.4	Manejo de pala cargadora	Personas	1	360.000	360.000	
		1.5	Cinta de clasificación	Personas	4	360.000	1.440.000	
		1.6	Separación voluminosos	Personas	1	360.000	360.000	
		1.7	Supervisión	Personas	1	720.000	720.000	
	Estación de Transferencia	1.8	Operación	Personas	2	360.000	720.000	
		1.9	Supervisión	Personas	1	720.000	720.000	
	Transportes de residuos	1.10	Transporte	Personas	1	180.000	180.000	
	Varadero	1.11	Mantenimiento de lanchas	Personas	2	480.000	960.000	
	Administración	1.12	Varios	Personas	3	360.000	1.080.000	
		1.13	Supervisión total ETM	Personas	1	1.200.000	1.200.000	
		1.14	Porteros	Personas	2	360.000	720.000	
	Puntos verdes	1.15	Encargado	Personas	3	180.000	540.000	
1.16		Supervisión	Personas	1	480.000	480.000		

	Campaña de Comunicación y Educación	1.17	Profesionales	Personas	3	600.000	1.800.000	
		1.18	Supervisión	Personas	1	720.000	720.000	
Insumos	Eneregía	2.1	ETM	kWh	1.392,00	2,43	3.382,56	768.257
	Combustible	2.2	Recolección	litros	11.563,74	63,00	728.515,62	
		2.3	Transporte	litros	608,00	59,80	36.358,40	
Costo anual de Operación y Mantenimiento								24.668.257

6.3 Ingresos de la comercialización de material reciclable

Como se mencionó anteriormente, la GIRSU cuenta con la comercialización de los materiales recuperados en la Planta de Separación y Clasificación de la corriente reciclables, por lo que a continuación se realizará el cálculo de los Ingresos totales generados, considerando un promedio entre las toneladas máximas y mínimas de material recuperado obtenible al 2041.

Para realizar el cálculo mencionado, se utilizaron los precios del kilogramo de cada material a partir de los informados por el Observatorio Nacional para Gestión de Residuos Sólidos específicos para el Área Metropolitana de Buenos Aires (actualizado a Marzo 2020). El precio del kg de mezcla de plásticos no se encuentra en la lista aportada por el Observatorio, por lo que no se incorporaron en el cálculo de ingresos. Como ingreso anual, se obtuvo un total de AR \$5.528.113 (PESOS CINCO MILLONES, QUINIENTOS VEINTIOCHO MIL, CIENTO TRECE). En la *Tabla 6.3* se presenta el cálculo del ingreso anual total al 2041.

Tabla 6.3: Ingresos totales calculados al año 2041 a partir de la comercialización de los materiales recuperados en la Planta de Separación y Clasificación. Fuente: Elaboración propia.

Ingresos			
<i>Materiales Recuperados</i>	<i>Promedio de kg recuperados al año</i>	<i>\$/kg</i>	<i>\$/año cada material</i>
Fardo de Papel Mezcla	211.043,5	6	1.266.261,0
Fardo de Cartón	83.099,0	7,4	614.932,6
Fardo de Tetra-Brick	22.097,8	0,5	11.048,9
Fardo PET	74.649,8	23,5	1.754.270,3
Fardo PEAD	37.324,9	18,2	679.313,2
Fardo PP	79.292,2	13,5	1.070.444,7
Fardo Aluminio	2.414,0	35,7	86.179,8
Fardo Ferrosos	26.183,1	0,5	13.091,6
Vidrio a granel	81.427,7	0,4	32.571,1
Ingreso Total (ARS/año)			5.528.113,1

6.4 Viabilidad económica y financiamiento

Para lograr la viabilidad de proyectos GIRSU en la Argentina, la Secretaría de Gobierno de Ambiente y Desarrollo Sustentable, estableció un Contrato de Préstamo N°3249/OC-AR, para la ejecución del Programa de GIRSU, celebrado con fecha 09 de diciembre del 2014 entre la República Argentina y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Años más tarde, en febrero del 2019, se realizó el respectivo Reglamento Operativo, en el cual se establecen los términos y condiciones a aplicar para la ejecución del Programa (IF-2019-08287659-APN-DR#SGP).

Por un lado, el objetivo del programa consiste en implementar sistemas integrales de gestión de RSU a partir de planes estratégicos de intervención, a fin de disminuir la disposición de RSU en BCA e incrementar su disposición en rellenos sanitarios diseñados, construidos y operados adecuadamente en centros urbanos. También se contemplan acciones e iniciativas de educación, concientización y comunicación social, fortalecimiento institucional, separación en origen, recolección, logística y transporte, transferencia, valorización, reciclaje y disposición final de RSU y saneamiento de BCA existentes, orientadas a promover la gestión integral de RSU.

Por otro lado, en el punto V.1 del reglamento operativo, se detallan las actividades específicas que podrán ser financiadas por el programa, siendo estas las siguientes:

a) Estudios de Diagnóstico, Estudios de Composición y Caracterización, Análisis de Alternativas tanto en el contexto del diseño como socio-ambiental, Proyectos Ejecutivos, Pliegos de Licitación y cualquier otro estudio que contribuya a una eficiente Gestión Integral de RSU.

b) Evaluaciones que contemplen la viabilidad técnica, ambiental, económica, institucional y social de las inversiones propuestas, y las respectivas medidas de mitigación ambiental y social.

c) Construcción de las obras de manejo de RSU en el contexto de un plan de gestión integral, incluyendo la construcción de rellenos sanitarios nuevos; la construcción, ampliación y/o mejoras de plantas de tratamiento, separación y transferencia; el cierre, saneamiento y/o reconversión de basurales a cielo abierto, incluyendo, en su caso, el apoyo a la operación transitoria de la infraestructura de disposición final existente; y otras obras que mejoren la gestión de RSU.

d) Adquisición de maquinaria para el procesamiento de materiales aprovechables, equipamiento básico de higiene urbana, de recolección y equipamiento básico para apoyar el

proceso de formalización de los recuperadores informales de residuos, enmarcado en un Proyecto Integral.

e) Actividades de asistencia técnica y fortalecimiento institucional y capacitación dirigidas a mejorar la capacidad de la Unidad Ejecutora y de los Beneficiarios en materia de GIRSU y promover la especialización interdisciplinaria técnico profesional en gestión integral de RSU, entre otros temas, en gestión ambiental, económico-financiera, manejo de contratos de servicios con el sector privado, mejora de los sistemas de gestión operativa de RSU; otras actividades de fortalecimiento institucional.

f) Actividades de apoyo a la comunidad, que incluyen planes de concientización, educación y comunicación ambiental para el manejo de RSU; acciones de apoyo a la actividad de los recuperadores informales, incluyendo incentivos y soporte y para la formación de organizaciones avocadas al manejo de RSU; programas de recuperación de materiales en jurisdicciones intervenidas; y otros programas de apoyo a la comunidad.

g) Actividades que promuevan el desarrollo y/o expansión del mercado de materiales reciclables y la valorización de los materiales recuperados.

h) Pequeños Proyectos piloto de tecnologías innovadoras de valorización de RSU que contribuyan a obtener resultados indicativos para posteriormente aplicar a mayor escala y promover una adecuada GIRSU.

Es así que de solicitar el financiamiento del presente proyecto, el mismo se encontraría enmarcado dentro de lo establecido en el punto V.1, relativo a las actividades que financia el programa. Además, en el punto III, se presenta la matriz de financiamiento, dentro de la cual se detalla que para los costos gestión operativa, ambiental y social, y costos de infraestructura y equipamiento, el BID será capaz de aportar hasta el 83,78% del valor total, dejando como aporte local un 16,22%.

De esta forma, se concluye, que al existir esta opción de financiamiento, el proyecto es viable y sostenible en el tiempo.

6.5 Conclusiones

En conclusión se obtiene que el costo de inversión inicial del proyecto es de AR \$142.851.616 (PESOS CIENTO CUARENTA Y DOS MILLONES, OCHOCIENTOS CINCUENTA Y UN MIL, SEISCIENTOS DIEZ Y SEIS), con un costo de operación y mantenimiento anual de AR \$24.668.257 (PESOS VEINTICUATRO MILLONES, SEISCIENTOS SESENTA Y OCHO MIL, DOSCIENTOS CINCUENTA Y SIETE), y con un ingreso anual municipal el cual será como máximo al año 2041 de AR \$5.528.113 (PESOS CINCO MILLONES, QUINIENTOS VEINTIOCHO MIL, CIENTO TRECE) debido a la comercialización de los materiales reciclables recuperados.

CAPÍTULO 7: Estudio de Impacto Ambiental (EsIA)

El Estudio de Impacto Ambiental (EsIA) es el instrumento más importante a la hora de realizar una Evaluación de Impacto Ambiental. Según la Guía para la Elaboración de Estudios de Impacto Ambiental, realizada por la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, el EsIA es el documento técnico central del procedimiento que presenta el proponente del proyecto, sea público o privado, a la autoridad ambiental. Además, indican que el EsIA debe contener la identificación del proponente, la descripción de proyecto, el diagnóstico o línea de base ambiental, el marco legal de cumplimiento, el resultado del análisis de alternativas, la identificación y valoración de los potenciales impactos ambientales que el proyecto puede causar en todas sus etapas, así como también, las medidas de mitigación para abordarlos que se estructuran en el Plan de Gestión Ambiental (PGA) (Guía para la elaboración de Estudios de Impacto Ambiental, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, 2019).

7.1 Objetivos y Alcance

El objetivo del presente capítulo es documentar el desarrollo de un Estudio de Impacto Ambiental de los componentes especiales de la GIRSU, siendo estos los siguientes:

- Disposición inicial selectiva y contenerizada de las corrientes de residuos restos, reciclables y alimenticios.
- Recolección fluvial diferenciada.
- Estación de Transferencia Multipropósito (ETM).

De esta forma, se estudiarán los impactos previos a la construcción e implementación, operación y cierre de la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos propuesta para las Islas del Delta de Tigre, provincia de Buenos Aires, Argentina.

Mediante este estudio, se busca poder predecir y gestionar los posibles impactos ambientales derivados de la ejecución del proyecto, permitiendo la toma de decisiones sobre la viabilidad ambiental del mismo, y generando posteriormente un Plan de Gestión Ambiental (PGA) para prevenir, monitorear, mitigar y corregir los aspectos adversos encontrados.

7.2 Metodología

El primer paso para la generación de un EslA es la realización de un diagnóstico actual de la situación ambiental y socioeconómica de la zona de estudio y su área de influencia, generando así una Línea de Base Ambiental (LBA). Para esto se debe recopilar y analizar tanto la información disponible como toda la normativa relacionada. Luego, se procede a realizar la descripción de las etapas de construcción e implementación, operación y cierre de la GIRSU propuesta para las Islas del Delta de Tigre, identificando así los elementos que potencialmente pudieran conllevar a impactos tanto positivos como negativos sobre el ambiente del área en estudio.

Una vez realizado esto, se cuantifican y valoran los impactos del proyecto a partir del análisis de las relaciones existentes entre las acciones del proyecto y los factores ambientales mediante una matriz de impacto. Por último, se realiza un Plan de Gestión Ambiental con el objetivo de prevenir, corregir, mitigar o compensar los impactos perjudiciales y así lograr una optimización desde el punto de vista ambiental. En la *Figura 7.1* se presenta el esquema de planificación para un EslA aportado por la Guía para la Elaboración de EslA, realizada por la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación.

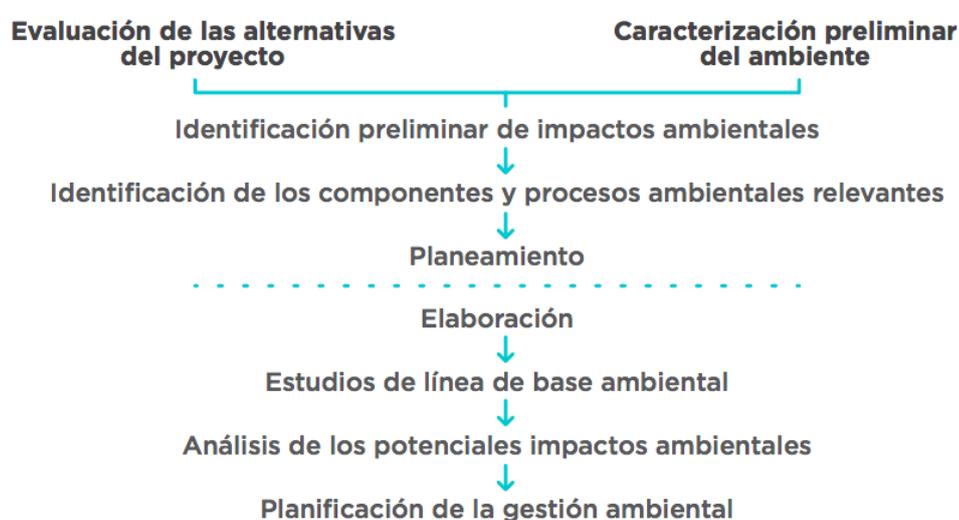


Figura 7.1: Planificación de un EslA. Fuente: *Guía para elaboración de Estudios de Impacto Ambiental*, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, 2019.

7.3 Descripción general del proyecto

El proyecto corresponde al diseño de una Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos (GIRSU) para las Islas del Delta de Tigre la cual tiene como principal objetivo reducir la cantidad de residuos a disponer en un relleno sanitario. La misma cuenta con una

disposición inicial selectiva y contenerizada de las corrientes de residuos restos, reciclables y alimenticios, una recolección fluvial diferenciada, y el tratamiento intermedio de las corrientes de residuos restos y reciclables mediante una Estación de Transferencia Multipropósito.

De esta forma, para el proyecto mencionado, se llevará a cabo la construcción y operación de una Estación de Transferencia Multipropósito (ETM) para los residuos generados por los habitantes de las Islas del Delta de Tigre. La misma se ubicará del lado del continente, en Rincon Milberg localidad del Municipio de Tigre, sobre las costas del Río Luján. Una vez tratados, los residuos serán transportados a un relleno sanitario o distribuidos a empresas recicladoras según la corriente.

La ETM cuenta con muelles para recibir lanchas personales y recolectoras de RSU, y playa de estacionamiento para recibir autos personales y camiones transportadores de RSU, por lo que se puede acceder a la misma tanto por tierra como por agua. El proyecto tiene 20 años de proyección. En la *Figura 7.2* se observa la ubicación de la ETM, sobre las costas del Río Luján, próximo a su intersección con el Río Carapachay.



Figura 7.2: Ubicación de la Estación de Transferencia Multipropósito. Fuente: Elaboración propia mediante Google Earth.

Por otro lado, los contenedores para las corrientes de residuos restos y reciclables, junto con las composteras domiciliarias, se distribuirán a lo largo de todo el Delta de Tigre, en cada hogar, al igual que la recolección fluvial de los residuos, la cual también se realizará por todas las Islas del Delta de Tigre. Abarcando así una superficie total de 220 km².

7.3.1 Infraestructura e instalaciones de la ETM

La estación de transferencia multipropósito cuenta con las siguientes instalaciones principales y secundarias:

Instalaciones principales

- Planta de Separación y Clasificación.
- Estación de Transferencia.
- Punto Verde.

Instalaciones secundarias

- Muelle de acceso para descarga y espera de las lanchas recolectoras, y muelle público para residentes.
- Zona de descarga y recepción de residuos (con pluma y báscula).
- Varadero de lanchas recolectoras.
- Acceso y salida de vehículos de transferencia.
- Oficinas.
- Vestuarios.
- Playón de estacionamiento.
- Zona de Almacenamiento Voluminosos y Residuos Peligrosos domiciliarios.
- Zona de Acondicionamiento reciclables.

7.4 Marco Normativo

La Ley Integral del Medio Ambiente y los Recursos Naturales (Ley Provincial N° 11.723) definen que todos los proyectos consistentes en la realización de obras o actividades que produzcan o sean susceptibles de producir algún efecto negativo al ambiente de la Provincia de Buenos Aires y/o sus recursos naturales, deberán presentar conjuntamente con el proyecto, una Evaluación de Impacto Ambiental (EIA).

Por otro lado, la Ley General del Ambiente (Ley Nacional N° 25.675) en su artículo N°13 afirma que los Estudios de Impacto Ambiental deberán contener, como mínimo, una

descripción detallada del proyecto de la obra o actividad a realizar, la identificación de las consecuencias sobre el ambiente, y las acciones destinadas a mitigar los efectos negativos.

Además, es importante recordar que la Municipalidad de Tigre, al ser un municipio bonaerense, debe cumplir con la Ley N° 13.592 de Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos de la Provincia de Buenos Aires, en la cual se obliga a los municipios a presentar ante la Autoridad de Aplicación, en este caso el OPDS, un Programa de Gestión Integral de residuos sólidos urbanos conforme a los términos de la presente Ley y la Ley Nacional N° 25.916 (Presupuestos mínimos de protección ambiental para la gestión integral de residuos domiciliarios).

Por otro lado, al tratarse de una zona lindera al Delta del Paraná el cual es un humedal que cuenta con un extensa área declarada como humedal de importancia internacional, se debe considerar el tratado intergubernamental denominado "Convención Ramsar" (UNESCO) el cual promueve la protección, conservación y uso racional de los mismos, y su respectiva aprobación Nacional mediante la Ley N° 23.919 de "Sitios Ramsar". También se encuentran presentes dentro del marco normativo las Leyes Nacionales N° 24.375 de cuidado de diversidad biológica debido a la gran biodiversidad presente en su área de influencia, la Ley N° 25.688 de gestión ambiental de Aguas y la Ley Provincial 10.907 de régimen de Reservas Naturales, debido a las reservas naturales presentes dentro del área de influencia.

7.5 Área de Influencia (AI)

Para efectos del estudio es necesario definir y delimitar el área de influencia del proyecto. El concepto de área de influencia está relacionado con el espacio físico donde se manifestarán los posibles efectos e impactos del proyecto. Los mismos pueden afectar la totalidad del medio ambiente o alguno de sus componentes naturales, sociales o económicos, por causa de los cambios de infraestructura, accesibilidad, costos de transporte, efectos físicos sobre el medio, etc.

El área de influencia, además de delimitar geográficamente la zona de estudio, también determina el marco de referencia donde se identifican las características ambientales preexistentes a la ejecución de las obras.

Es dentro de este marco físico y conceptual que se desarrolla la línea de base ambiental, cuya información podrá ser contrastada con la futura situación ambiental, resultado de las obras de construcción e implementación, operación y cierre del proyecto. El criterio fundamental para identificar el área de influencia del proyecto, es reconocer los componentes ambientales que pueden ser afectados por las actividades que desarrollará el proyecto. Es

así como se divide el área de influencia (AI) en área de influencia directa (AID) y área de influencia indirecta (AII).

7.5.1 Área de Influencia Directa (AID)

El área de influencia directa (AID) es la zona puntual en la que se desarrolla el proyecto, espacio dentro del cual se producirá la acción generadora del impacto ambiental. Es así que, como AID del proyecto, se definió toda la superficie abarcada por las Islas del Delta de Tigre en la cual se realizará tanto la recolección de los RSU como la distribución de los contenedores, más el área puntual del continente en la cual se establecerá la Estación de Transferencia Multipropósito (ver *Figura 7.3*).

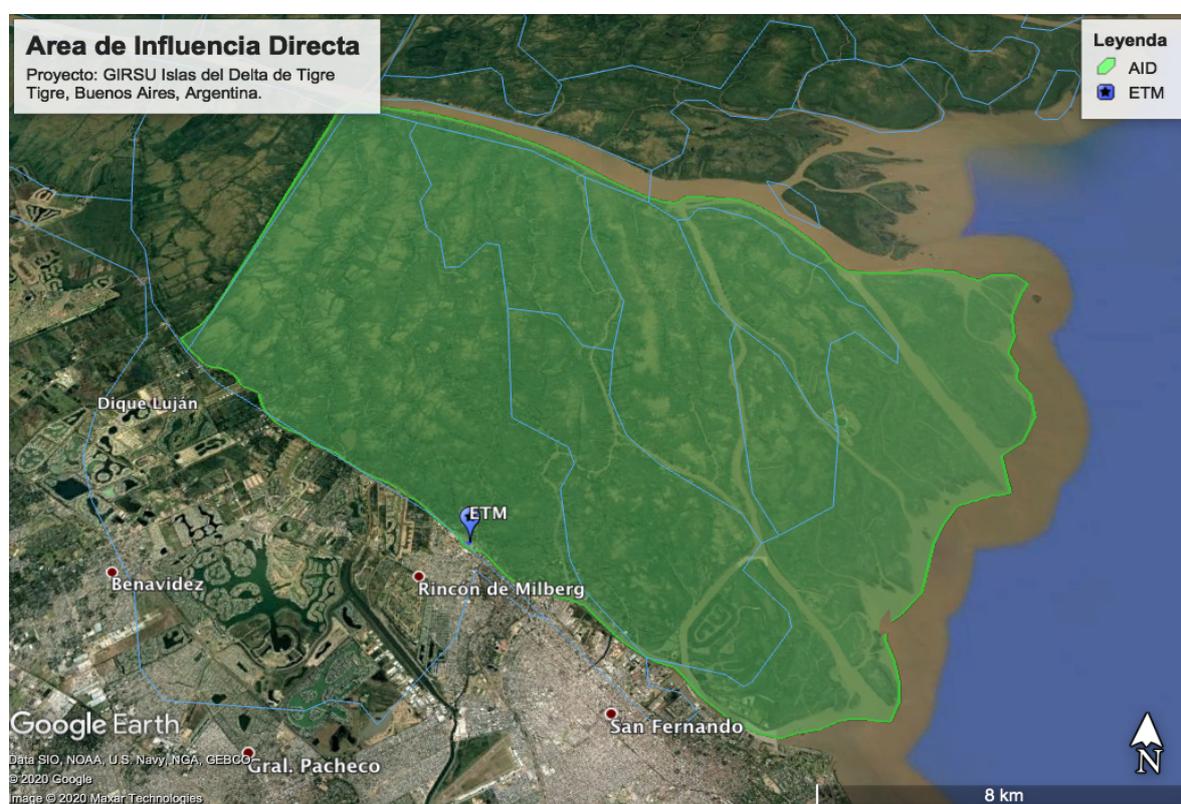


Figura 7.3: Área de Influencia Directa (AID) del proyecto. Fuente: Elaboración propia mediante Google Earth.

7.5.1 Área de Influencia Indirecta (AII)

El área de influencia indirecta de un proyecto consiste en aquel espacio físico en el que se manifiestan los impactos ambientales indirectos o inducidos, es decir aquellos que ocurren en un sitio diferente a donde se produjo la acción generadora del impacto ambiental, y en un tiempo diferido con relación al momento en que ocurrió la acción causante del impacto ambiental, las mismas pueden definirse como zonas de amortiguamiento. Es por esto que,

para el presente proyecto, considerando el grado de interrelación que tendrá la construcción e implementación, operación y cierre del proyecto con las variables socioeconómicas y ambientales, se definió como All, parte de la Localidad de Rincón Milberg (la definida entre el Río Luján y el Canal Aliviador), el Bajo Delta Bonaerense del Río Paraná, y el Río de la Plata interior (límite en línea imaginaria desde Punta Lara hasta Colonia), el cual es receptor de todos los canales y arroyos del Delta. A continuación, en le *Figura 7.4* se puede observar en color verde el área definida como All para el proyecto.



Figura 7.4: Área de Influencia Indirecta (All) del proyecto. Fuente: Elaboración propia mediante Google Earth.

7.6 Línea de base Ambiental (LBA)

A continuación, se desarrollará el diagnóstico ambiental actual del área de influencia del proyecto, con relación a los componentes bióticos, abióticos y antropogénicos.

7.6.1 Medio Físico

Según Malvárez (1997), para conocer y comprender cuáles son las condiciones ambientales que diferencian al Delta del Paraná de su entorno regional y que, a su vez,

determinan su heterogeneidad interna, debe considerarse la acción de tres factores básicos: el régimen climático, procesos geomorfológicos (pasados y actuales) y el régimen hidrológico.

7.6.1.1 Geografía

El Delta del Río Paraná constituye la porción terminal de la Cuenca del Paraná, extendiéndose a lo largo de 300 km. Abarca una superficie aproximada de 17.500 km² (Malvárez, 1997), ubicada entre los 32° 5' S y 58° 30' O, al sur de la ciudad de Diamante (provincia de Entre Ríos) y los 34° 29' S y 60° 48' O, en las cercanías de la ciudad de Buenos Aires (ver Figura 7.4).

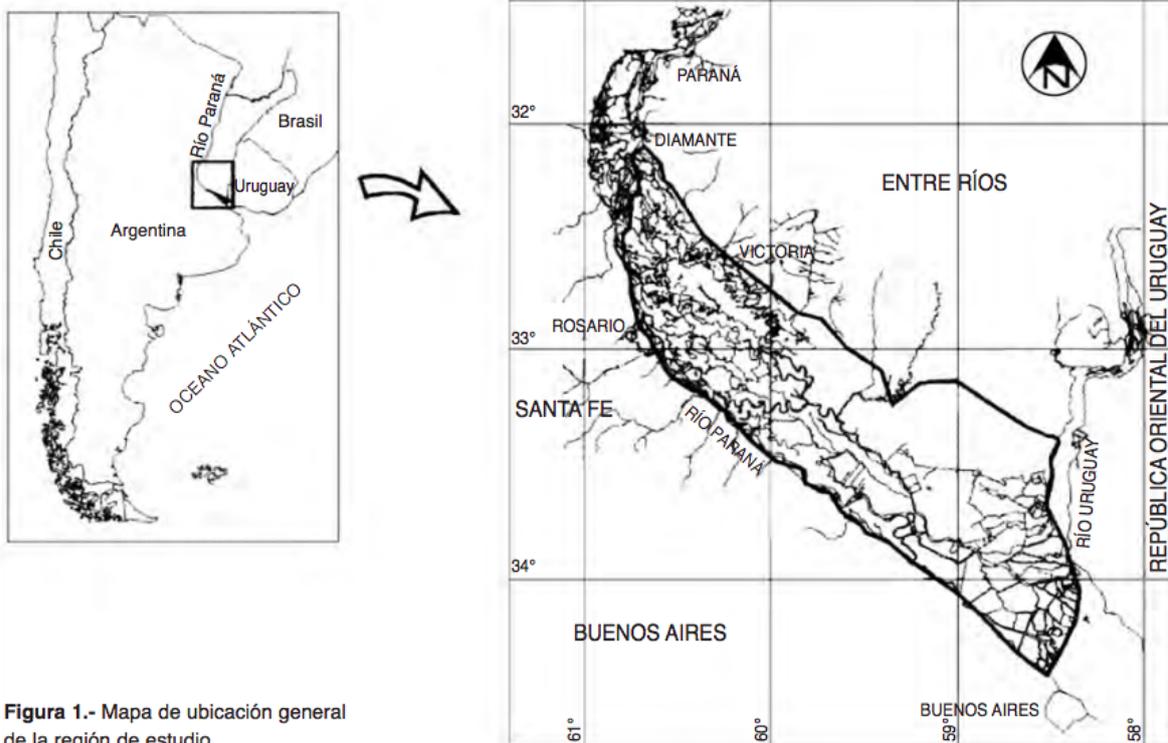


Figura 1.- Mapa de ubicación general de la región de estudio.

Figura 7.5: Mapa de ubicación del Delta del Río Paraná. Fuente: Bó, R. F., Quintana, R. D., Courtalón, P., Astrada, E., Bolkovic, M. L., Coco, G. L., & Magnano, A., 2010.

El Delta puede dividirse, a grandes rasgos, en cuatro grandes sectores o subregiones, los cuales se pueden observar en la *Figure 7.6*, y se detallan a continuación (Burkart 1957, Malvárez 1995, Quintana y Bó, 2013):

- *Delta Superior (DS)*: Se extiende desde la localidad de Diamante hasta una línea imaginaria que une las ciudades de Victoria y Rosario.
- *Delta Medio (DM)*: Abarca la superficie incluida entre la línea mencionada anteriormente y otra que une las localidades de Baradero y Gualeguay.

- *Delta Inferior o Bajo Delta (DI)*: Ocupa el área restante finalizando en la última línea de islas localizadas sobre la desembocadura de los ríos Paraná y Uruguay en el estuario del Río de la Plata.
- *Bajíos Ribereños (BR)*: Ocupa el extremo sudeste de Santa Fe y, el nordeste de la provincia de Buenos Aires

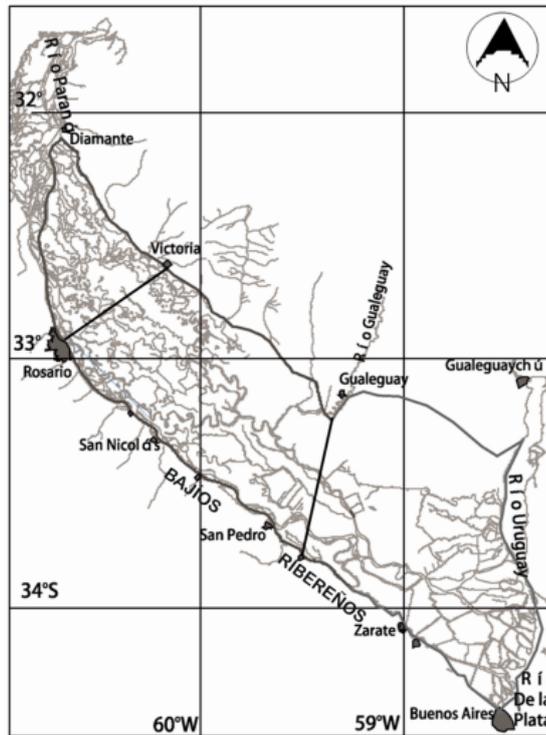


Figura 7.6: Mapa con divisiones de los sectores del Delta del Río Paraná. Fuente: Quintana y Bó, 2013.

Las Islas del Delta de Tigre forman parte del Bajo Delta Bonaerense del río Paraná el cual se encuentra dentro de la región mencionada previamente como Bajo Delta. Este nace precisamente, en la bifurcación del Paraná en sus dos grandes brazos, el Paraná Guazú al norte y el Paraná de las Palmas al sur, a unos 100 km al noroeste del frente del delta actual (Medina, 2016). El área se extiende como un triángulo cuyos vértices se localizan uno al sur de la ciudad de Ibicuy ($59^{\circ} 20'0''$; $33^{\circ} 42'S$) y los otros dos en las desembocaduras en el Río de la Plata, de los ríos Paraná Guazú ($58^{\circ} 24'0''$; $34^{\circ}S$) y Luján ($58^{\circ} 32'0''$; $34^{\circ} 26'S$), respectivamente (Kandus, 1997). En la *Figura 7.7* se presenta el mapa del Bajo Delta Bonaerense del Río Paraná, realizado por Kandus en 1997.

1981-2010, de las dos estaciones de monitoreo del Servicio Meteorológico Nacional más cercanas al Bajo Delta Bonaerense, ubicadas en Gualeguaychú y Rosario. Además, en la *Figura 7.10* se observan los gráficos de los valores de temperatura máximos y mínimos, y de precipitaciones extremas registrados durante el periodo de años 1995-2019, en la estación de monitoreo más cercana a las Islas del Delta de Tigre y la Localidad de Rincón Milberg, siendo ésta la ubicada en la Localidad de San Fernando (SMN, 2020).

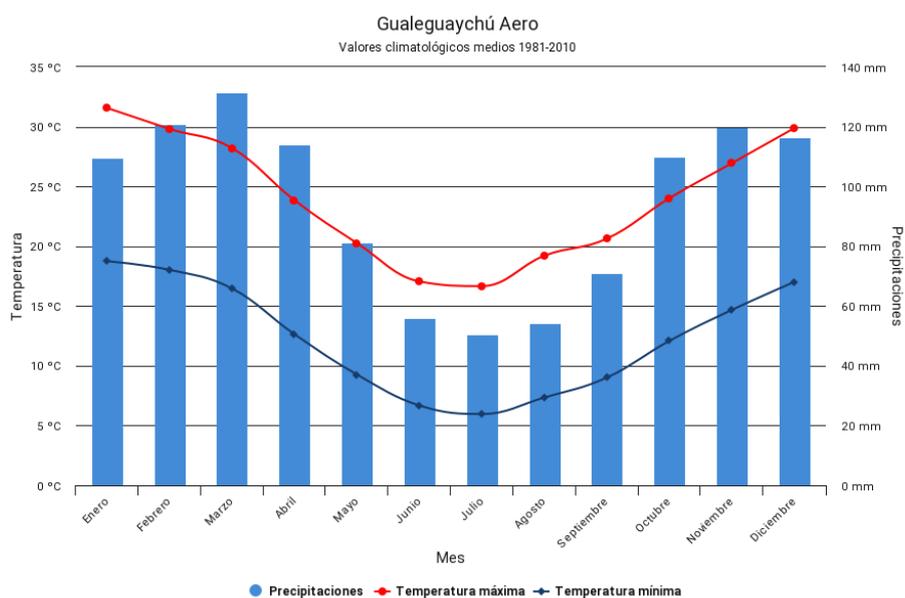


Figura 7.8: Valores climatológicos medios de Gualeguaychú, Entre Ríos (1981-2010). Fuente: Servicio Meteorológico Nacional, 2020.

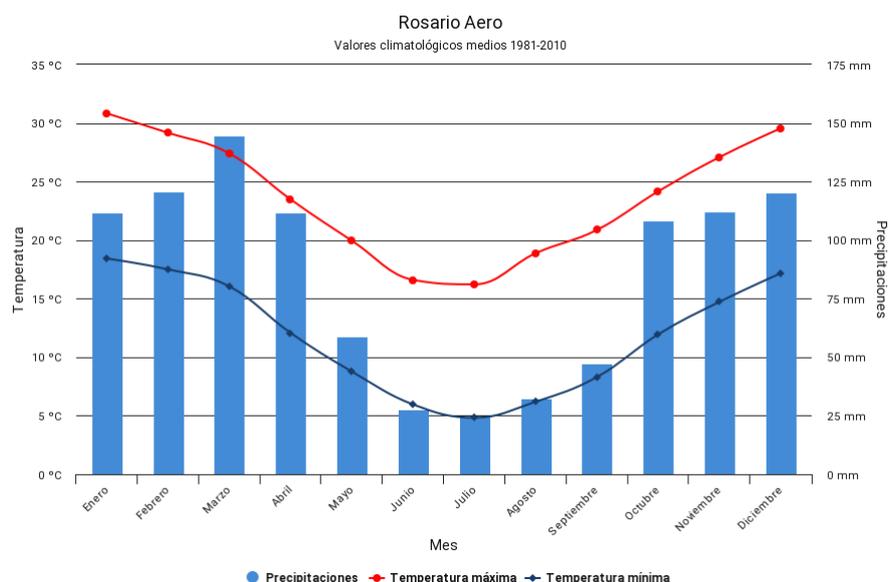


Figura 7.9: Valores climatológicos medios de Rosario, Santa Fé(1981-2010). Fuente: Servicio Meteorológico Nacional, 2020.

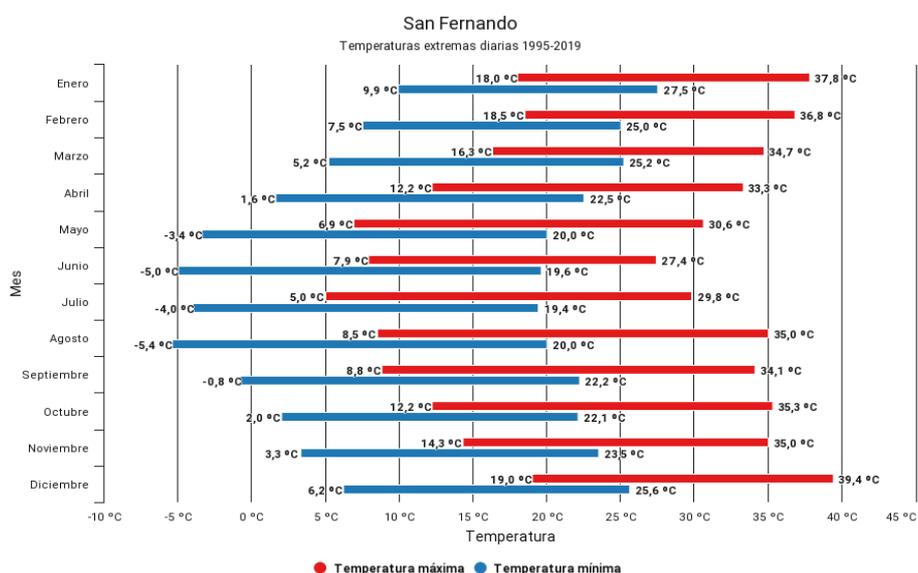
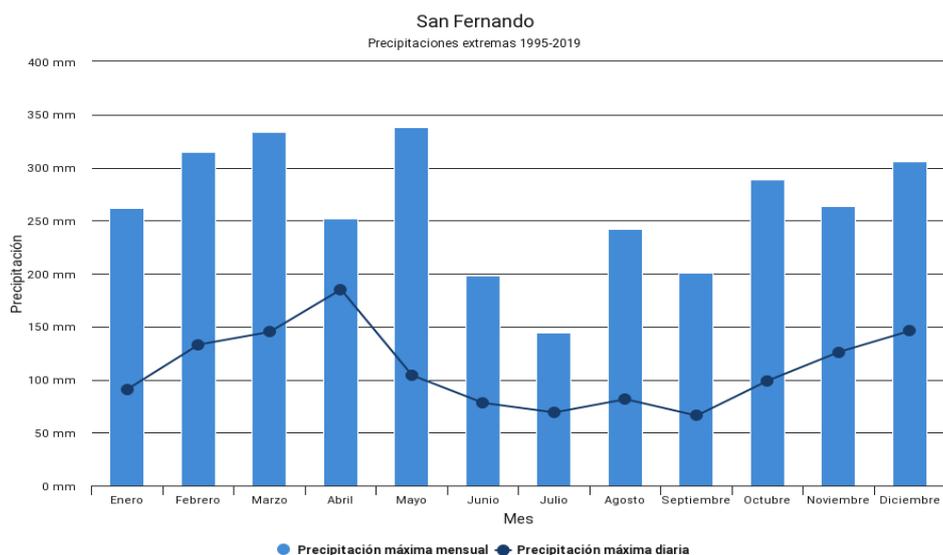


Figura 7.10: Valores climatológicos medios de San Fernando, Buenos Aires (1995-2019). Fuente: Servicio Meteorológico Nacional, 2020.

Del análisis de los gráficos presentados previamente, se concluye que existe un clima similar para toda el área de influencia, en la cual, coincidiendo con lo mencionado anteriormente, durante los meses de verano, primavera y principios del otoño (octubre-abril), se registran los mayores valores de precipitaciones y temperaturas, sin llegar a ser extremas, mientras que durante los meses invernales se registran las menores.

Por otro lado, los vientos de la región son en general suaves, ya que su media anual es de 4,0Km/h (medida en la estación experimental INTA Delta) y en general los valores medios mensuales no presentan marcadas diferencias con el promedio anual (INTA, 2004). El régimen eólico es importante por su influencia sobre el régimen hídrico superficial, que actúa modificando el nivel hidrométrico de los cauces. Los vientos del sector NO suelen favorecer

las bajantes mientras que los del sector SE, suelen frenar o retardar la velocidad de salida del agua debido a su escasa pendiente.

Como se mencionó anteriormente, las sudestadas son un tipo de marea meteorológica que produce periódicamente un aumento del nivel del Río de La Plata cuya consecuencia más visible son las inundaciones en las zonas costeras. Sin embargo, este fenómeno también afecta a los acuíferos costeros, constituyendo un caso particular de interacción entre aguas superficiales y aguas subterráneas (Goñi, G., Monachesi, L., Guarracino, L., 2013).

7.6.1.3 Geología y Geomorfología

Un delta es un cuerpo de forma aproximadamente triangular originado por un río que, al desembocar en un mar, lago o estuario, deposita allí parte de la carga sedimentaria que transporta. La formación de un delta ocurre solo si el volumen de sedimentos depositados supera al movilizadado por el oleaje y las mareas. De esta manera, se produce una acumulación de los depósitos aluviales, que avanzan sobre el cuerpo de agua receptor (Medina, 2016).

Los sedimentos que conforman el delta son aportados principalmente por el Río Paraná. Según Soldano (1947), el caudal medio de este río a la altura de la ciudad de Rosario es de 16.120 m³/s con caudales máximos de hasta 65.000 m³/s, al menos en la primera mitad del siglo XX. La carga sedimentaria alcanza los 160 millones tn/ año, distribuida granulométricamente en un 28% de arcillas, un 56% de limos y un 16% de arenas (Sarubbi, 2007). De este total, al menos 100 millones tn/año son aportados por el río Bermejo, uno de los principales afluentes del río Paraguay, siendo éste el principal tributario del río Paraná. Por otro lado, el río Uruguay no realiza aportes sedimentarios significativos para el avance del delta (Medina, Codignotto, 2013).

Otros factores que intervienen activamente en el modelado del frente del delta son las *micromareas* (mareas menores a un metro) y las tormentas atlánticas o sudestadas, las cuales inducen corrientes que circulan en forma paralela a la costa y provocan un desplazamiento de sedimentos a lo largo de esta, con una resultante neta en dirección noroeste, en sentido contrario a la dirección del Río de la Plata hacia el mar. Este proceso se conoce como deriva litoral (Medina, 2016).

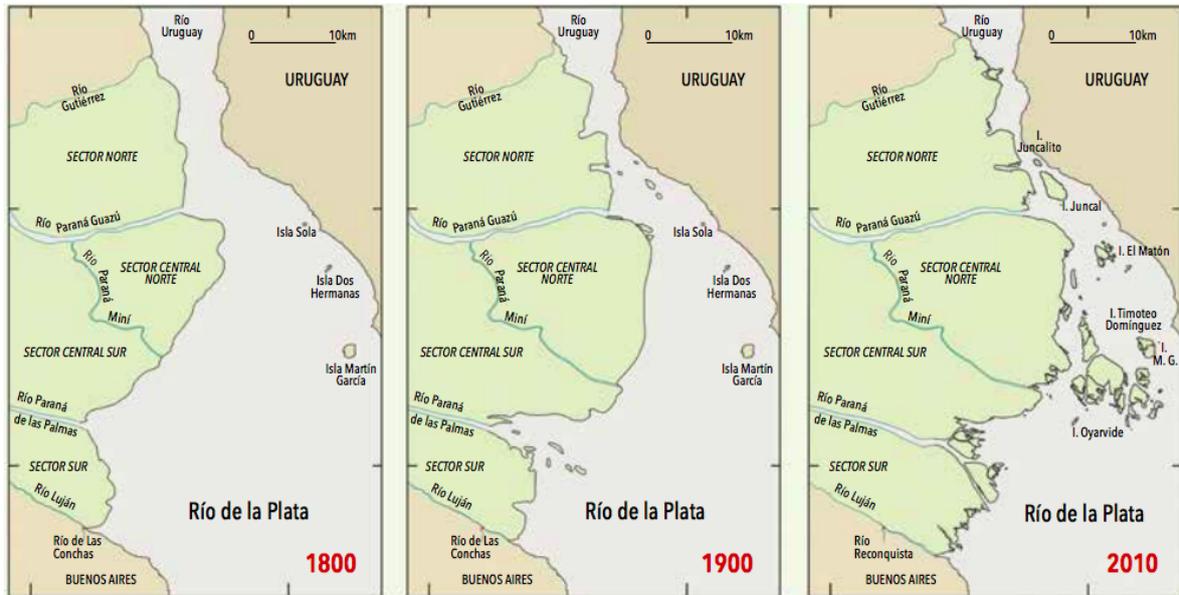


Figura 7.11: Avance del delta del Paraná entre 1800 y 2010. Fuente: Medina, 2015.

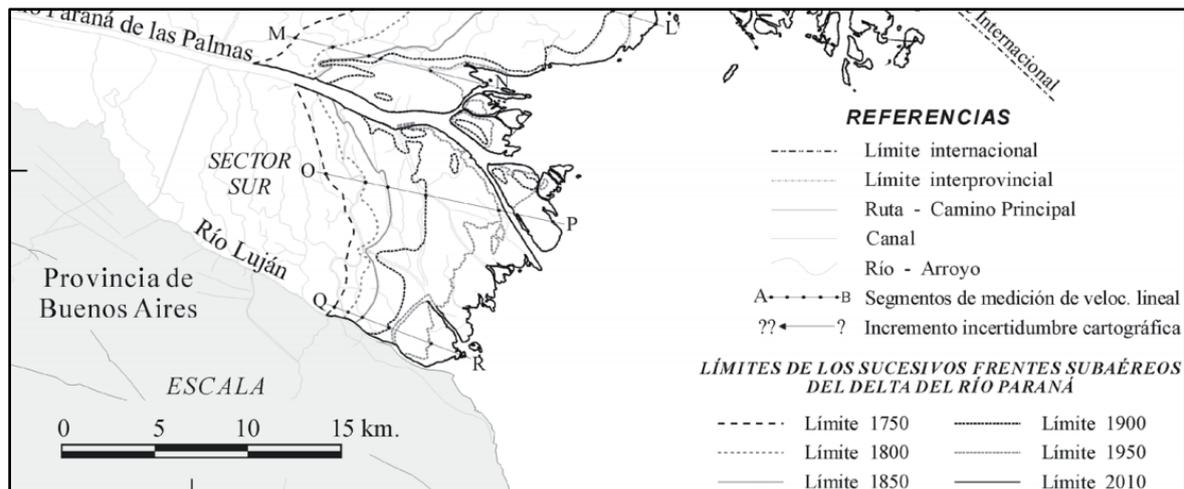


Figura 7.12: Progradación del Delta de Tigre para los últimos 260 años (período 1750-2010). Fuente: Medina y Codignotto, 2013.

En las Figuras 7.11 y 7.12 se puede observar la historia del avance de las islas terminales del Delta de Tigre y su velocidad de crecimiento (Medina, 2015 y Medina, Codignotto, 2013) donde se evidencia que estas islas datan de los últimos 110 años. Las mismas constituyen las áreas prioritarias de conservación por tratarse de las islas de formación reciente (menores de 120 años) ocupadas por ecosistemas de etapas sucesionales tempranas. En este sentido, cualquier tipo de intervención en esta área puede detener el proceso de desarrollo de las mismas y su maduración hacia sistemas ecológicos de mayor estabilidad y diversidad (Kalesnik, Vicari, 2013).

Del estudio realizado por Medina y Codignotto en el 2013 sobre la Evolución del Delta del Río Paraná durante el periodo de años 1750-2010, surge que el segmento *O-P* observable en la *Figura 7.12*, cuenta con una velocidad promedio de crecimiento lineal de 48,61 m por año, mientras que el segmento *Q-R* cuenta con una velocidad promedio menor, siendo está de 29,65 m por año.

Según Rubén Quintana (2010), el Bajo Delta incluye zonas con geoformas antiguas (aproximadamente 4500 años AP) de origen marino junto con áreas de sedimentación más reciente, producto del modelado fluvial de los ríos, particularmente del Río Paraná. Además, afirma que la zona frontal, es la única que, desde el punto de vista geomorfológico, forma un "Delta" en sentido estricto, con un avance por formación de nuevas islas en el estuario del Río de la Plata.

Las áreas de origen marino se expresan a través de un patrón de crestas y depresiones alternadas derivado de antiguas playas de regresión. Pero la característica distintiva de este sector, desde el punto de vista del paisaje, son las áreas deltaicas propiamente dichas que forman numerosas islas con albardones elevados que bordean extensas áreas interiores deprimidas dominadas por ambientes pantanosos (Malvárez, 1995).

El Delta del río Paraná se caracteriza por la coexistencia de una gran variedad geomorfológica, la cual excede a la del típico ambiente deltaico (ver *Figura 7.13*). Gran parte de los paisajes de la región está conformada por depósitos litorales originados por procesos de ingresión y regresión marina ocurridos durante el Holoceno Medio (aproximadamente 5.000 años AP), a los que se les superponen fases fluviales y deltaicas pasadas y actuales (Iriondo y Scotta, 1979; Cavallotto, 2002). Estos procesos generaron un complejo de paisajes, entre los que se destacan una antigua planicie costera con playas, lagunas y cordones litorales así como áreas de modelado estuáricas y antiguos deltas.

Por otra parte, la llanura aluvial actual del río Paraná presenta un importante desarrollo de típicas espiras e islas de cauce resultantes de la acción fluvial. Es así que la interacción entre las diferentes geoformas más la acción diferencial del régimen hidrológico permiten definir a la región del Delta del Paraná como un extenso macromosaico de humedales con sectores o unidades ambientales diferenciables por un patrón de paisaje y un régimen hidrológico característico (Malvárez, 1997).

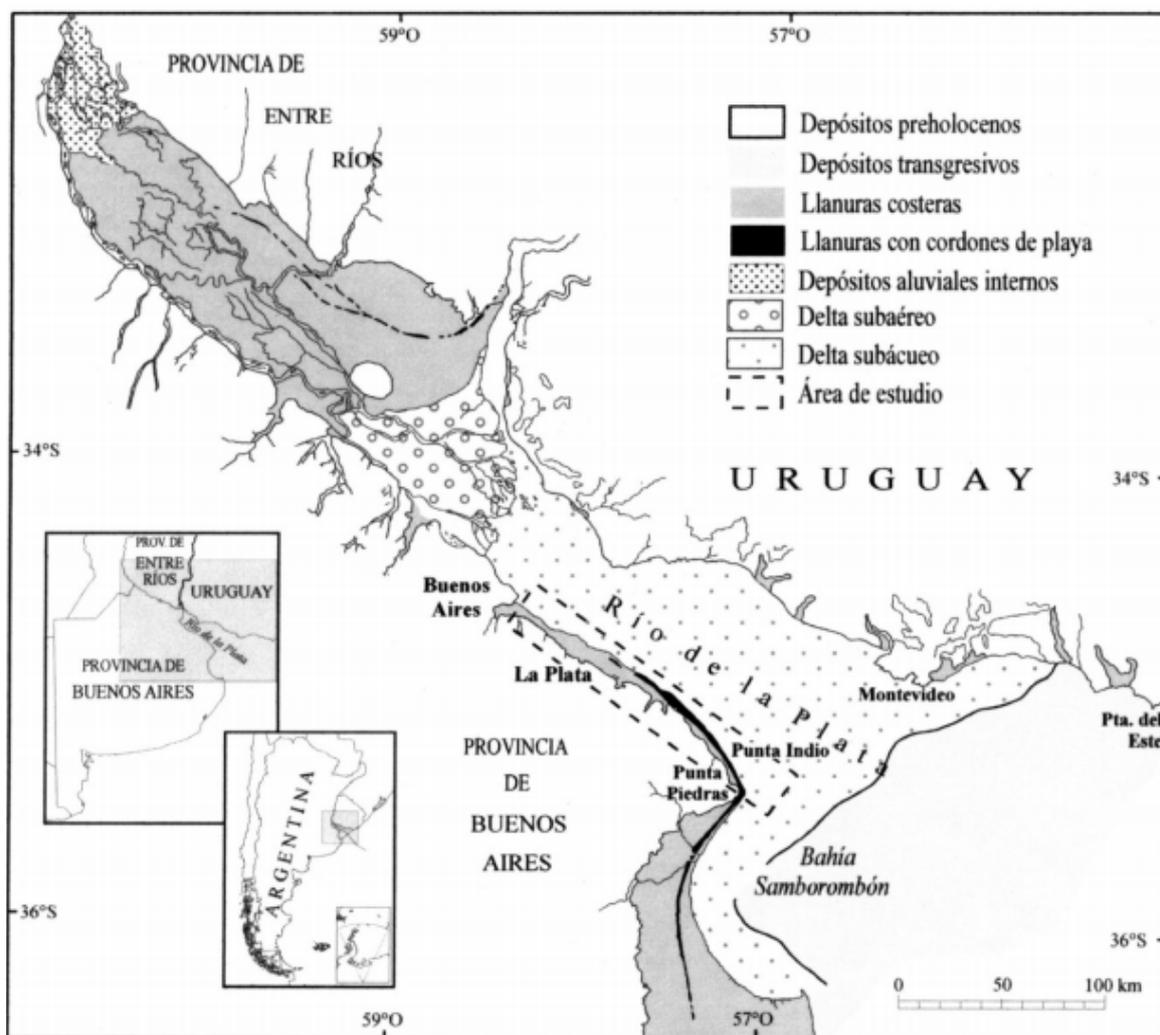


Figura 7.13: Mapa geomorfológico regional del Río de la Plata. Fuente: Cavallotto 2002.

7.6.1.4 Hidrogeología e hidrología

El Río Paraná es el principal colector de la Cuenca del Plata, la sexta por superficie entre las grandes cuencas del mundo y la segunda en América del Sur, después del Amazonas. Nace en la confluencia de los Ríos Paranaíba y Grande, en el estado de Minas Gerais, Brasil. De esta forma, recorre 2.570 km y desemboca en el Río de la Plata, en el extenso Delta (De la Peña, 1986).

El mismo drena una superficie de 2.310.000 km² (Bonetto, 1986), y es el único de los grandes ríos del mundo que circula desde latitudes tropicales hasta latitudes templadas, confluyendo, junto con el Río Uruguay, en el estuario del Río De la Plata. Es así que el régimen hidrológico en esta área está determinado por la influencia de estos tres ríos (Paraná, Uruguay y De la Plata) (Latinoconsult, 1972; Mujica, 1979; Kandus, 1997).

El régimen del Río Paraná está determinado principalmente por las precipitaciones tropicales y subtropicales en su alta cuenca (Kandus, 1997). Presenta un período de ascenso a partir del mes de septiembre, culminando con un máximo en el mes de marzo. Luego comienza a descender alcanzando las bajantes más pronunciadas en el mes de agosto. Este régimen puede presentar irregularidades interanuales considerables y, en años excepcionales, pueden producirse inundaciones extraordinarias las cuales cubren gran parte de la superficie del Bajo Delta, como por ejemplo las ocurridas en los años 1905, 1966 y 1983 (Bonetto, 1986). En la *Figura 7.14* se puede observar el registro anual desde octubre 2019 hasta octubre 2020 de las alturas del Río Paraná sobre el Puerto de San Nicolás, Buenos Aires. En el gráfico se puede observar como en este último año, los meses con mayores pleas y bajas del río coinciden con lo descrito anteriormente (PNA, 2020).



Figura 7.14: Registro anual (octubre 2019-2020) de alturas del Río Paraná sobre el Puerto de San Nicolás. Fuente: Prefectura Naval Argentina (PNA), 2020.

Por otro lado, el Río Uruguay presenta un régimen más irregular debido a la irregularidad de las lluvias en su alta cuenca, y al escaso desarrollo de su planicie inundable (Neiff, 1990), contando con dos picos de creciente, uno en junio-julio y otro en octubre-noviembre. El período de estiaje se extiende de diciembre a mayo (Kandus, 1997). La *Figura 7.15* muestra los registros de las alturas del Río Uruguay sobre el Puerto de Concordia, durante el mismo periodo de meses que el anterior gráfico. Nuevamente, se puede observar como lo descrito anteriormente coincide con lo ocurrido durante el último año, encontrando también algunos picos durante el mes de agosto (PNA, 2020).

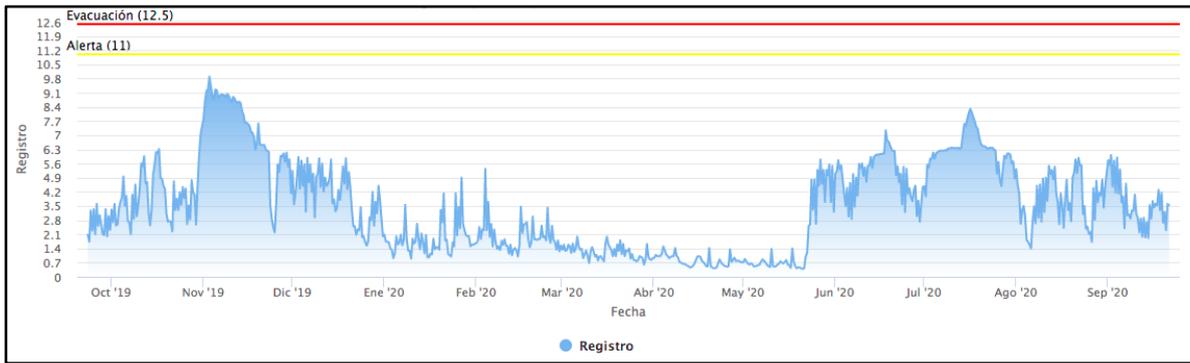


Figura 7.15: Registro anual (octubre 2019-2020) de alturas del Río Uruguay sobre en Puerto de Concordia. Fuente: Prefectura Naval Argentina (PNA, 2020).

Por último, el Río de la Plata, como se mencionó anteriormente, presenta un régimen de mareas lunares y eólicas, por lo que la altura del agua depende de componentes astronómicas y meteorológicas. Como se mencionó anteriormente, las mareas lunares son de tipo semidiurnas, contando así con dos pleamares y dos bajamares por día, definiendo pleamar como el momento en el cual el agua alcanza su nivel más alto, y bajamar el más bajo.

Por otro lado, las mareas eólicas son las producidas por los vientos del cuadrante sud-sudeste y, como se mencionó anteriormente con el caso de las sudestadas, pueden elevar el nivel de las aguas hasta 2,5 y 3 m por sobre el nivel medio (Iriondo y Scotta, 1979). La Figura 7.16 muestra los registros de las alturas del Río de la Plata sobre el Puerto de Buenos Aires, Argentina, durante el mismo periodo de meses que en los gráficos anteriores. En el mismo se puede ver como la variación de alturas es más constante a lo largo del año, siendo afectado tanto por las mareas lunares como eólicas.

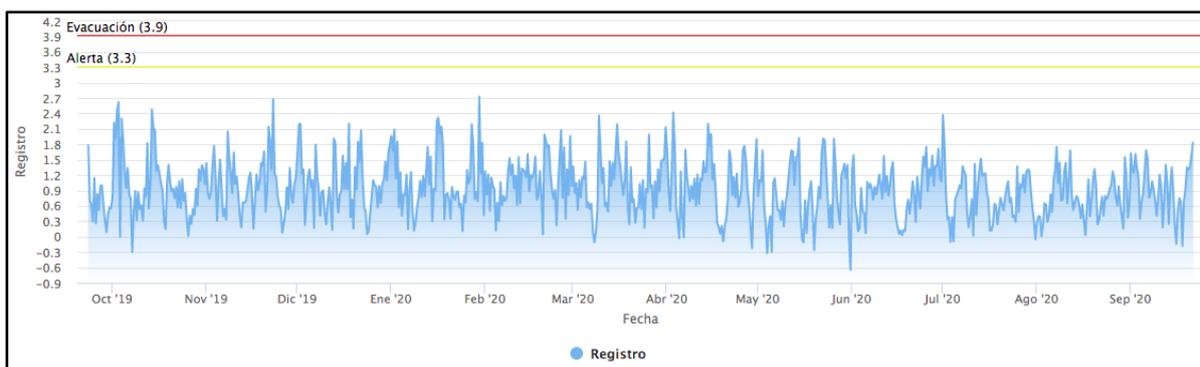


Figura 7.16: Registro anual (octubre 2019-2020) de alturas del Río de la Plata sobre el Puerto de Buenos Aires. Fuente: Prefectura Naval Argentina (PNA, 2020).

Esta confluencia de distintos regímenes hidrológicos complementa la heterogeneidad ambiental generada por el paisaje mediante el desarrollo de un gradiente desde el extremo aguas abajo, mareales con pulsos de alta recurrencia y magnitud, hasta la porción situada

aguas arriba donde se manifiestan más intensamente los picos de creciente del río Paraná (Malvárez y Otero 2000).

Como se puede observar en la *Figura 7.17*, las precipitaciones locales, el régimen estacional de los ríos Paraná y Uruguay, y las mareas lunares y eólicas del Río de la Plata se combinan afectando de manera diferencial distintos sectores de la región (Mujica, 1979; Minotti, 1988). Además, se puede notar como los efectos de las mareas del Río de la Plata afectan toda la superficie del Bajo Delta Bonaerense, determinando un régimen caracterizado por frecuentes inundaciones de corta duración (Kandus, 1997).

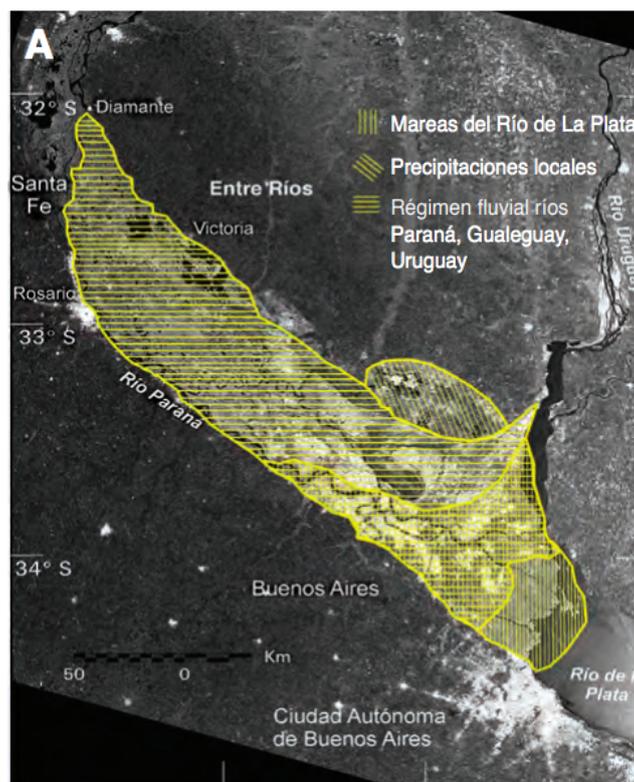


Figura 7.17: Esquema de áreas con diferentes regímenes de inundación dominante. Fuente: Modificado de Baigún et. Al. (2009) por autores de la publicación "Endicamientos y terraplenes en el Delta del Paraná" Wetlands, 2010.

7.6.1.5 Suelos

Los suelos del Delta del Paraná suelen presentar un desarrollo incipiente y la diferenciación de horizontes es menos clara que en suelos de tierra firme. Es característico de los ambientes de humedales la presencia de una asociación de suelos de bajo desarrollo pedogenético y saturados o inundados por largos periodos de tiempo durante la estación de crecimiento de las plantas, desarrollando condiciones de anaerobiosis por lo menos en la parte superior del perfil. Estos suelos Hidromórficos se encuentran imperfectamente drenados

a muy pobremente drenados debido al bajo relieve relativo, una pendiente regional poco marcada y una geomorfología que impide el drenaje natural.

Los materiales originales presentes en la región son similares y corresponden a texturas medias, principalmente franco-arenosas y franco-arenolimosas. Estos materiales provienen del retrabajo de arenas y limos y en algunos casos de sedimentos marinos, lo que origina la ocurrencia de suelos con presencia de altas concentraciones de sodio. Estos sedimentos, predominantemente finos, presentan una capacidad adecuada para el almacenamiento de iones y nutrientes (Neiff y Malvárez 2004).

Los principales tipos de suelos descritos por el Ing. Agrónomo Bonfils en 1962 para los albardones de las islas corresponden a suelos gley húmicos y subhúmicos, y también aluviales en tránsito. Los mismos tienen poca cantidad de materia orgánica (entre 4 y 8%), con valores de relación C/N en general menores de 14, y pH ácido (entre 5 y 6) (Kandus, 1997). La terminación de "gley" se debe al proceso de gleyzación el cual se manifiesta a través de la reducción química del hierro bajo condiciones anaeróbicas por anegamiento en los suelos generando una matriz de colores gris azulado, verdoso o negro, donde también pueden presentarse moteados amarillo-marrones, marrones y negros y concreciones de hierro y manganeso (Boul, 1989).

En las porciones bajas del gradiente topográfico de las islas, en el interior de las mismas, se encuentran suelos semipantanosos, compuestos principalmente por limo fino el cual presenta un alto contenido de materia orgánica, hasta el 40%, con una importante porción de la misma sin descomponer lo que contribuye a relaciones C/N muy altas (mayores que 16). El valor de pH es bajo, oscilando entre 4 y 5 (Kandus, 1997).

Por otro lado, sobre el frente de avance del delta, se encuentran suelos aluviales cuya textura es francoarenosa, con escasa materia orgánica y valores de pH cercanos a 6 (Bonfils, 1962). Si bien existen ambientes con muy alto contenido de materia orgánica en los suelos, la relación de esta con los altos tenores de arcilla, no permiten su inclusión en el orden (Kandus, 1997).

7.6.2 Medio Biológico

Según Malvárez (1997), la generación de este extenso macromosaico de humedales en la región, establece una heterogeneidad ambiental producto de su historia geomorfológica y su complejo régimen hidrológico, que logra albergar diferentes comunidades de flora y fauna silvestre, resultando en una alta diversidad biológica y ecológica.

7.6.2.1 Flora

El Bajo Delta del Paraná es un humedal dulceacuícola el cual se distingue entre otras cosas por la presencia de plantas adaptadas a las condiciones de inundación o de alternancia de períodos de exceso y déficit hídrico. Es así como los humedales en general no necesariamente son transiciones (ecotonos) entre los sistemas acuáticos y terrestres, sino que poseen características estructurales y funcionales propias (Kandus, Quintana, Bo, 2006).



Figura 7.18: Imágenes de la vegetación del Delta de Tigre. Fuente: Elaboración propia.

Kandus, Quintana y Bo (2006) en su libro titulado "Patrones de paisaje y Biodiversidad del Bajo Delta del Río Paraná", elaboraron un *Mapa de Ambientes* en el cual identificaron un total de 24 ambientes, 20 de los cuales son naturales y corresponden a bosques, pastizales, pajonales, juncuales y lagunas. De esta forma, notaron que los mismos se expresan a lo largo de gradientes de inundabilidad más o menos extendidos y se repiten de acuerdo con distintos patrones que definen, a su vez, paisajes diferentes. De esta forma afirman que a pesar de que tienen diversos grados de modificación debido a actividades humanas tales como la extracción de madera o el pastoreo con ganado vacuno, aún conservan la estructura original de la vegetación y su funcionalidad, lo que permite seguir catalogándolos como naturales. Además, en función de la presencia, abundancia y disposición espacial de los distintos ambientes, identificaron en el Bajo Delta cinco grandes unidades de paisaje (observables en la *Figura 7.19*). En particular, el Bajo Delta Bonaerense, cuenta con la unidad de paisaje denominada "IV".

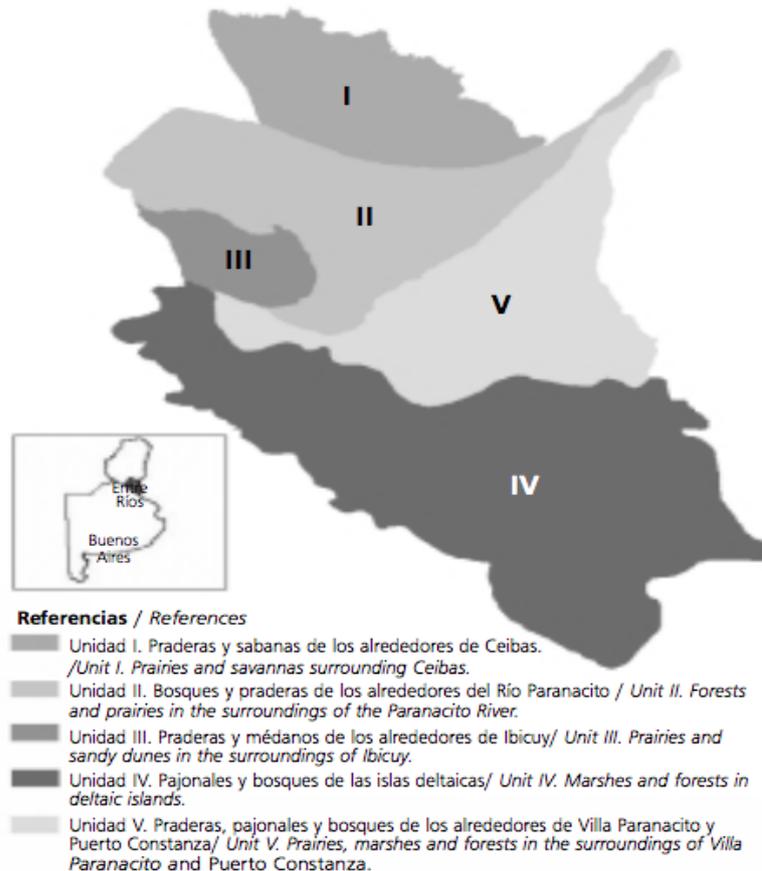


Figura 7.19: Unidades de paisaje del Bajo Delta del Río Paraná. Fuente: Kandus, Quintana y Bo, *Patrones de paisaje y Biodiversidad del Bajo Delta del Río Paraná, Wetlands*, 2006.

Esta unidad constituye una llanura deltaica en activo crecimiento cuyas características ecológicas particulares son el resultado de la acción conjunta de procesos fluviales (régimen de los ríos) y costeros (oleaje y mareas) que determinan un gradiente de influencia fluvial-estuarina que se expresa en la presencia de distintas comunidades vegetales naturales. Se pueden identificar dos grandes subunidades (Kandus, Quintana y Bo, 2006):

- **Planicie deltaica (IVa):** Formada por las islas bonaerenses con una mayor influencia fluvial, directamente afectadas tanto por las crecientes estacionales del río Paraná como por las extraordinarias ocasionadas durante el Niño. Presenta islas de gran extensión con amplias superficies ocupadas por bajos permanentemente inundados, donde se desarrolla un mosaico de juncales dominados por *S. californicus* y surcados por arroyos ciegos con diversas comunidades de plantas acuáticas (*Zizaniopsis bonariensis*, *Typha spp.*, *Polygonum hispidum* y *Eleocharis nodulosa*, entre otras). Las islas están rodeadas por extensos albardones cuya mayoría ha sido desmontada para uso forestal o ganadero encontrándose formaciones vegetales secundarias compuestas por un mosaico de pajonales de *Panicum grumosum*, *Carex riparia* y

Paspalum quadrifarium y leñosas como *Aeschynomene montevidensis*, *Baccharis* spp., *Mimosa vellosiella*, *Sesbania punicea*, *S. glaucophyllum* y *C. glabratum*, entre otras. En los pocos bajos remanentes del interior de las islas aún se encuentran juncales de *S. californicus* y pajonales dominados por cortadera (*Scirpus giganteus*) (ver Figura 7.20).

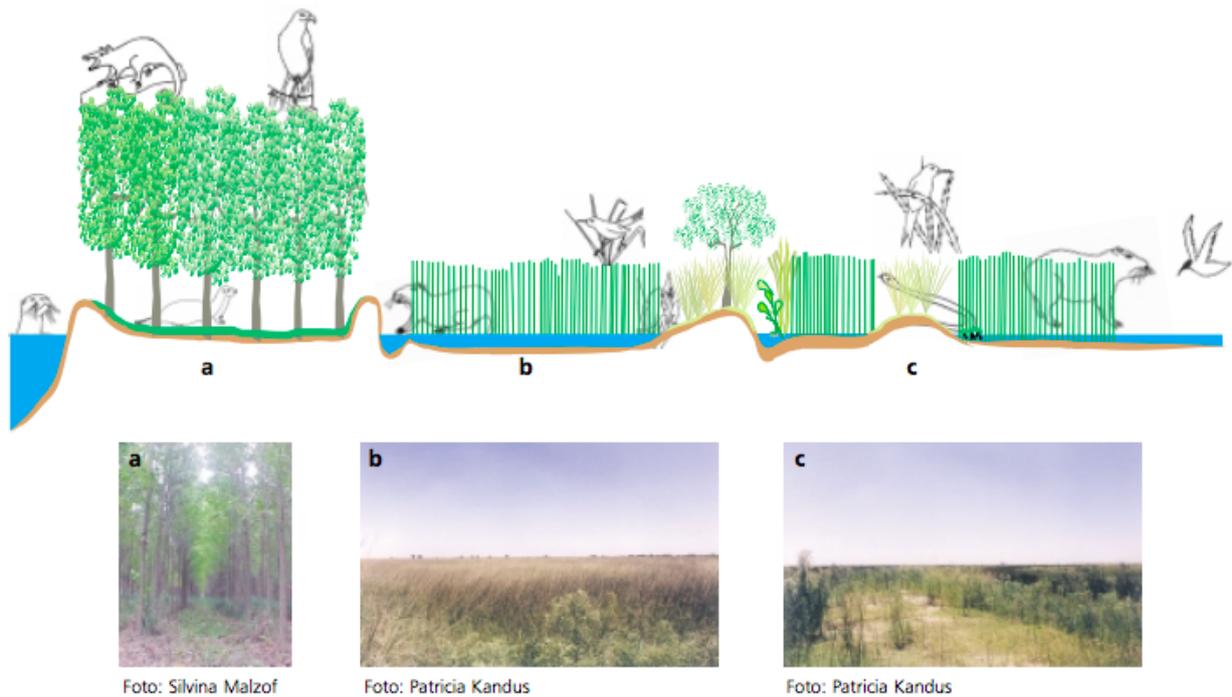


Figura 7.20: Perfil de una isla de la Unidad IVa mostrando los principales tipos de ambientes: a) forestación de sauce y álamo endicada; b) juncal; c) Espira de meandro. Fuente: Kandus, Quintana, 2006.

- **Delta frontal (IVb):** Cuenta con alta influencia de las mareas del Río de la Plata que determinan una oferta hídrica más uniforme a lo largo del año, favoreciendo una mayor diversidad de vegetación. Está conformada por islas de menor tamaño, definidas por los cursos de agua que se abren como abanico desde los ríos principales. Las islas presentan un albardón perimetral sobre el cual originalmente se asentaba un bosque de alta diversidad biológica y compleja estructura denominado localmente “Monte Blanco” el cual contaba con numerosas especies de herbáceas, enredaderas, epífitas, arbustos y árboles. Entre estos últimos, se destacan la palmera pindó (*Syagrus romanzoffiana*), la murta (*Myrceugenia glaucescens*), el ingá (*Inga uragensis*), el mataojo (*Pouteria salicifolia*), el chal-chal (*Allophilus edulis*) y el anacahuita (*Blepharocalyx salicifolius*). En la actualidad sólo quedan relictos de esta formación y en su lugar se desarrollan plantaciones forestales de sauce (*Salix* spp.) y álamo (*Populus* spp.), fincas de pobladores locales y turístico-recreativas o bosques

secundarios que crecen luego del abandono de la actividad forestal o frutícola. Estos últimos se caracterizan por un dominio de especies leñosas exóticas tales como la ligustrina (*Ligustrum sinense*), el ligustro (*Ligustrum lucidum*), el fresno (*Fraxinus spp.*) y el “arce” (*Acer japonicus*) y en el estrato inferior enredaderas como la madreSelva (*Lonicera japonica*) y la zarzamora (*Rubus sp.*).

En la media loma hacia el interior de las islas y en los depósitos de punta de barra del frente de avance se encuentran bosques puros de ceibo (*E. crista-galli*). En la porción más baja del gradiente topográfico, donde el suelo se halla saturado de agua en forma permanente pero protegido de la circulación directa de los cursos de agua, se encuentran praderas de herbáceas altas con una elevada riqueza de especies o pajonales prácticamente monoespecíficos. En las primeras se destacan *Ludwigia elegans*, *P. grumosum* y *Senecio bonariensis* mientras que en los pajonales, que ocupan una amplia superficie de las islas, domina la cortadera (*S. giganteus*). Esta última especie, también es dominante en el sotobosque de los ceibales y forma una densa red de tallos subterráneos y raíces que determinan que en muchas áreas los pajonales se separen del sustrato mineral formando “embalsados”. Actualmente, importantes áreas de bajo también se encuentran forestadas con salicáceas (ver *Figura 7.21*).

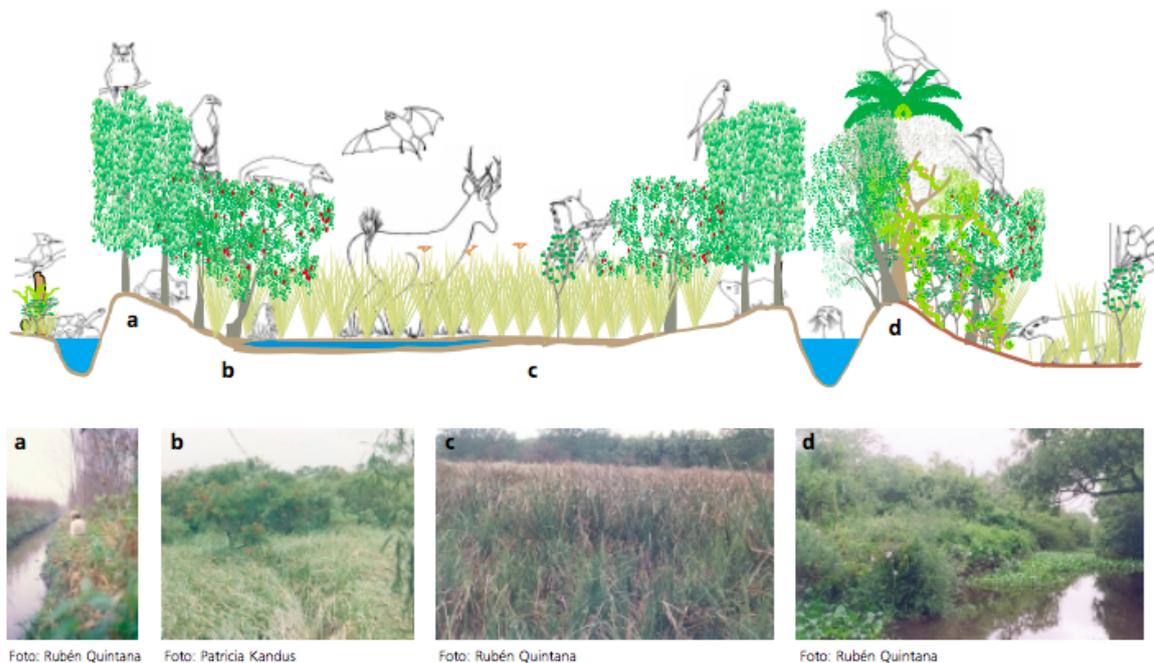


Figura 7.21: Perfil de una isla de la Unidad **IVb** mostrando los principales tipos de ambientes: a) forestación; b) bosque de ceibo; c) pajonal de cortadera; d) bosque secundario. Fuente: Kandus, Quintana, 2006.



Figura 7.22: Imágenes de la vegetación del Delta de Tigre. Fuente: Elaboración propia.

7.6.2.2 Fauna

Los humedales abarcan entre un 1 y 3 % de la superficie terrestre y llegan a albergar aproximadamente un 40% de las especies mundiales y el 12% de todas las especies animales (Quintana, 2010). Como se mencionó previamente, las características ambientales del Delta promueven una alta diversidad biológica, gracias a la génesis relativamente reciente de sus patrones de paisaje, y a la ausencia de barreras geográficas para la dispersión, la región casi no presenta endemismos. Quintana afirma que, por lo contrario, el elenco de especies está conformado por representantes de áreas chaqueñas, paranaenses y pampeanas (Quintana, 2002). El Delta del Paraná contiene alrededor de 543 especies de animales: 47 mamíferos, 260 aves, 37 reptiles, 27 anfibios y 172 peces, sin incluir especies de presencia dudosa u ocasional (Minotti, 1988; Quintana, 1992; Bó, 1995). Algunos ejemplos se pueden observar en la *Figura 7.23*.



Figura 7.23: Biodiversidad del Bajo Delta del río Paraná. Fuente: Quintana, 2020.

Por un lado, sobre la planicie deltaica se presentan principalmente las especies como el lobito de río (*Lontra longicaudis*), la comadreja overa (*Didelphis albiventris*), el hurón chico (*Galictis cuja*), el taguató (*Rupornis magnirostris*), el coipo (*Myocastor coypus*), el junquero (*Phleocryptes melanops*), la rana criolla (*Leptodactylus ocellatus*), el pajonalera de pico curvo (*Limnornis curvirostris*), la culebra verde (*Philodryas aestiva*), el carpincho (*Hydrochoeris hydrochaeris*) y la gaviota capucho café (*Chroicocephalus maculipennis*) (Kandus y Quintana, 2006). Las mismas se pueden observar en la Figura 7.19.

Por otro lado, en el frente de avance sobre el Río de la Plata, las barras e islas de reciente formación constituyen un área con gran diversidad de ambientes y con una activa dinámica de cambio, características que le otorgan un perfil distintivo. Como se puede observar en la Figura 17.20, de la gran diversidad de fauna que presentan las islas del Bajo Delta se destacan, el carpincho (*Hydrochoeris hydrochaeris*), el lobito de río (*Lontra longicaudis*), el ciervo de los pantanos (*B. dichotomus*), la rana criolla (*Leptodactylus ocellatus*), la yará (*B. alternatus*), la pava de monte (*Penelope obscura*), el hocó colorado (*Tigrisoma lineatum*), el martín pescador chico (*Chloroceryle americana*), la tortuga acuática (*Phrynops hilarii*), el Ñacurutú (*Bubo virginianus nacurutu*), la rata colorada (*Holochilus brasiliensis*), el taguató (*Rupornis magnirostris*), el murciélago moloso común (*Tadarida brasiliensis*), la cotorra común (*Myiopsitta monachus*), el gato montés (*Leopardus geoffroyi*), la comadreja overa (*Didelphis albiventris*) y el cuis (*Microcavia australis*) (Kandus y Quintana, 2006).

En relación a los peces, según Quintana y Bo (2010), la región puede ser considerada como una “isla entre dos continentes”: el fluvial de los ríos Paraná y Uruguay, y el estuáricomarino del Río de la Plata y de las aguas de la plataforma continental. En el Bajo Delta, se cuenta con la mayor riqueza de especies ícticas de abolengo marino en Argentina,

actuando como vía de penetración de elementos de origen marino templado en una región de aguas dulces con especies de estirpe brasílico-tropical. Las familias de peces mejor representadas son los *Pimelodidae* (bagres, surubíes y patíes) con 11 especies; los *Characidae* (dorados, mojarra y dientudos) con 15; los *Loricariidae* (viejas de agua) con 12 y los *Curimatidae* (ej. sabalitos) con 7 (Quintana, Bo, 2010). Las dos primeras familias, conjuntamente con el sábalo (*Prochilodus lineatus*) constituyen la mayor biomasa íctica de toda la Cuenca del Plata (Quirós y Cuch, 1986).

7.6.2.3 Áreas Protegidas (AP)

Dentro del Área de Influencia Indirecta (AII) del Proyecto y adyacente a la misma, se encuentran distintas áreas consideradas como protegidas bajo diversos tipos de criterios. En la *Figura 7.24* se presenta un mapa conteniendo las áreas protegidas más cercanas al proyecto, modificado del realizado por Kandus, Quintana y Bo (2006). Las mismas se detallan a continuación:

1. **Reserva integral de fauna, flora y gea, con acceso restringido “Isla Botija”:** Ubicada en la isla homónima del Partido de Zárate (759 ha, Decreto Nro. 5421/58).
2. **Reserva Natural Integral Delta en Formación:** Incluye las islas y barras de reciente formación en el frente de avance deltaico sobre el Río de la Plata bajo jurisdicción de la provincia de Buenos Aires (1500 ha, Decreto Provincial N° 1168/89).
3. **Reserva de Biosfera Delta del Paraná:** Abarca la totalidad del territorio isleño del Municipio de San Fernando (88.624 ha), provincia de Buenos Aires. En el año 2000 fue incluida en la red mundial de Reservas de Biosfera de la UNESCO.
4. **Área propuesta como Sitio Ramsar “Humedales Entrerrianos del Paraná”:** En febrero del 2004, el gobierno de Entre Ríos propuso incluir a los humedales fluviales del río Paraná ubicados en el territorio de esta provincia, incluyendo los del Bajo Delta.
5. **Reserva Municipal de Biosfera Delta del Paraná:** Municipio de Campana. Se crea a través de la Ordenanza 5082/07 y abarca el territorio de la II y IV Sección de Islas del Delta del Paraná, bajo jurisdicción del Partido de Campana.
6. **Reserva Provincial Martín García:** Isla de 180 ha correspondiente a un afloramiento rocoso, reserva creada en 1969 por medio de la Ley Provincial N° 7.580 para conservar la naturaleza particular de la isla, que incluye Selvas, Bosques y vegetación propia de lagunas y dunas.
7. **Reserva Natural Estricta y Educativa “Rómulo Otamendi”:** Forma parte del Sistema de Áreas Protegidas Nacionales de la República Argentina bajo la tutela de la Administración de Parques Nacionales (APN). Posee ambientes naturales

actualmente muy modificados en el resto de la Región Pampeana y del Delta del Paraná, en el área de bajíos ribereños continentales.

- 8. Reserva Ictícola Río Barca Grande:** Destinada a la protección de peces y la fauna acuática en general para favorecer la reproducción de todas las especies amenazadas. Se prohíbe todo acto que perturbe el desarrollo del medio ambiente.



Figura 7.23: Áreas Protegidas dentro del AII del Proyecto. Fuente: Modificado de Kandus, Quintana y Bo, 2006.

Por otro lado, dentro del Área de Influencia Directa (AID) del proyecto, se encuentran las siguientes dos Reservas Naturales Protegidas de la Municipalidad de Tigre:

- 1. Reserva Natural "Delta Terra":** Delta Terra es una reserva natural incorporada al Programa de Reservas Privadas de la Fundación Azara bajo la figura de paisaje protegido, inaugurada en el 2013. La misma se ubica entre los Arroyos Rama Negra Chico y Espera, Delta de Tigre, en la *Figura 7.25* se observa la ubicación y superficie abarcada por ésta. Se encuentra abierta al público y su misión es la conservación del ambiente con su flora y fauna asociada, la educación e interpretación ambiental y el desarrollo del turismo responsable en el delta. Entre las actividades propuestas para el público cuentan con senderismo, fotosafari y avistaje de aves, entre otros. También funciona como centro de rescate y rehabilitación de fauna silvestre. En la *Figura 7.24* se presenta el mapa de Delta Terra.

febrero del 1988, constituida por las tierras no catastradas y juncales formados y que se formen en el futuro por el proceso natural de sedimentación que se extiende entre los cauces de los ríos Paraná de las Palmas y Luján proyectados en el estuario del río de la Plata, creciendo en forma constante y prosiguiendo el sistema natural que dio origen a la formación de la primera sección.

7.6.3 Medio Socio-Económico y Cultural

7.6.3.1 Historia

En tiempos históricos durante la llegada de los españoles a la región, los grupos étnicos fueron: Baguaa, Chanaa, Charrúas, Thimbu, Chanaa-Timbú, Querandí y Tupi-Guaraní. Se sabe que estos pueblos mantenían relaciones tensas entre sí y con los primeros asentamientos españoles. Conocían la tecnología de navegación, eran cazadores, recolectores y pescadores sedentarios y algunos grupos Tupi-Guaraní eran horticultores sembrando principalmente maíz. Siguiendo a Galafassi (2004) pueden distinguirse tres etapas en la historia del Delta. Un primer período (siglos XVIII y XIX) caracterizado por la extracción directa de los recursos naturales, sin asentamientos permanentes de importancia. Durante el mismo ocurrió la gran modificación del monte natural a través de la extracción de frutales y madera, leña y carbón y la explotación de la fauna.

Luego, un segundo período (fines del siglo XIX y comienzos del XX) en donde comienza el gran proceso de transformación del medio natural, con asentamientos permanentes y el cultivo intensivo de frutales por parte de pequeñas unidades familiares. Está colonización fue fuertemente promovida por el Estado y contó con un gran aporte de inmigrantes de nacionalidades varias como ucranianos, húngaros, polacos, italianos, españoles, franceses, rusos, entre otras, que poblaron el Delta por aquellos tiempos, formando comunidades que en general se agrupaban por países de origen en cursos de agua determinados. Las mayores concentraciones se localizaron en las secciones 1ra, 2da, 3ra y 4ta, correspondientes a los partidos de Tigre, San Fernando y Campana. El período estuvo ligado al desarrollo de actividades fundamentalmente frutícolas y hortícolas, y también de actividades de origen forestal (leña, carbón de leña, caña, mimbre y madera blanda para cajonería) para aprovisionar las áreas urbanas de Buenos Aires, Rosario y Santa Fe. A la par que se desarrollaban las actividades productivas, se incorporaba al Delta el uso turístico de sus tierras y paisajes.

Por último, un tercer período que comienza a mediados del siglo XX, donde lo que varía fundamentalmente es el tipo de producto primario que sustenta su economía, que se sostiene

actualmente en la explotación predominante de forestales. Durante este periodo se resalta el abandono continuo de la producción y las quintas, la emigración del grupo familiar en su totalidad y el surgimiento de la forestación, situación que se extiende hasta el momento presente (Galafassi, 2004).

7.6.3.2 Valores Edilicios

Los primeros pobladores isleños recurrieron para sus construcciones a los materiales que ofrecía el Delta: tierra, paja, cañas y troncos de árboles. Luego, la atracción que el Delta produjo en las clases más pudientes y la prédica de quienes lo promovían como un nuevo Edén, introdujo en las islas de Tigre la construcción con materiales más nobles. Inspiradas en modas e ismos europeos, las casas hacen uso de la infaltable escalinata para acceder a la planta noble, y ubican en un piso superior los dormitorios.

La alta probabilidad de inundación de la zona dio impulso a la tipología de casas palafitos, montadas sobre plataformas de madera, sobre elevadas del suelo entre 0,50 y 2 m, a las que se accede por escaleras. Soportadas por columnas o postes de madera, dejan por debajo de las mismas plataformas un espacio libre de altura variable. Cuando ese espacio tiene altura suficiente, se genera un lugar sombreado, habitualmente utilizado para las comidas al aire libre o como depósito de algún bote o enseres de trabajo.

Las casas de tipo palafito (ver *Figura 7.26*) constituyen un excelente ejemplo de adaptación del hombre al medio donde vive sin deteriorarlo, dado que no implican grandes modificaciones del suelo ni movimientos o desmontes para su instalación, resultando particularmente aptas para sitios inundables.



Figura 7.26: Casa de palafitos característica del Delta de Tigre.

7.6.3.3 Dinámica Económica

Las actividades económicas principales desarrolladas hasta el presente en el Bajo Delta Bonaerense son la Forestal, la Ganadera, la Frutícola y Mimblera y el Turismo. Las mismas se desarrollarán brevemente a continuación.

- **Actividad Frutícola y Mimblera:** El mimbre fue introducido por Sarmiento y se adaptó muy bien al lugar. Las artesanías derivadas del tejido de fibras de mimbre y formio, dieron origen a la manufactura de canastos, utilizados en ese período como recipiente y medida para el transporte y/o venta a granel de distintos productos de la zona, como las frutas. La comercialización fraccionada de algunos frutos demandó la fabricación de cajones, realizados en sauce, que constituyó otra actividad asociada a la producción agrícola en las islas. En 1938 comienza a funcionar en su actual ubicación el Mercado de Frutos del Puerto de Tigre, importante punto de comercio de la producción isleña y simultáneo atractivo turístico, donde se compraban productos artesanales en mimbre y madera producidos en la zona. La producción frutícola vivió su máximo florecimiento en el 1940 y a partir de entonces comenzó a decaer, prevaleciendo las ventajas comparativas de otras regiones del país, como San Pedro.
- **Actividad Forestal:** Las tareas de forestación y explotación maderera reemplazaron a la producción frutícola. Su principal recurso lo constituyó el Monte Blanco el cual fue talado hasta su agotamiento definitivo y reforestado con plantaciones forestales de sauce y álamo. La actividad forestal tiene presencia en casi todas las islas, menos en las áreas nuevas. El Puerto de Frutos movía al 2009, 132.000 toneladas anuales de maderas producidas en la zona, correspondiendo el 60% a madera de sauce y el 40% restante a la de álamos (PROSAP, 2009).
- **Actividad Ganadera:** El avance de la frontera agrícola en el área pampeana, particularmente debido a la intensificación del cultivo de soja, ha empujado el ganado hacia las áreas marginales, incluyendo las islas del delta, muchas de ellas aun de propiedad fiscal. Esta actividad ha tenido históricamente un régimen estacional siendo mas intensa hacia la finalización del invierno y primavera cuando el sistema ingresa en su máximo estiaje (Rosato, 1988). Sin embargo, debido a la pérdida de regularidad de los ciclos de inundación que se viene observando desde 1999 y que ha estimulado la permanencia del ganado en las islas todo el año (Brancolini, 2009). Ello ha provocado que la cantidad de cabezas de ganado en todo el delta se incrementara de 160.000 en 1997 hasta 1.500.000 en 2007, mientras que en el eje Rosario-Victoria varió de 40.000 a 190.000 entre 2004 y 2007 (Belloso, 2007).

- **Actividad Turística:** El desarrollo turístico, planificado y ambientalmente regulado, se presenta como una potencialidad de desarrollo económico regional. La actividad turística en Tigre es reconocida actualmente como actividad económica principal. Aprovecha para ello ventajas comparativas derivadas de su cercanía a la zona metropolitana y la posible afluencia de turistas, facilitada por la gran accesibilidad del AMBA a escala nacional e internacional. El total de establecimientos turísticos registrados en el Sector Islas del Delta de Tigre comprende según el Plan de Manejo de las Islas del Delta de Tigre (2012), 81 cabañas y hoteles, 42 restaurantes y 25 campings y recreos. El Producto Bruto de Turismo en el Delta de Tigre (incluyendo alojamiento, transporte y recreos) es de \$35.000.000 (Fundación Metropolitana, Municipalidad de Tigre, 2012).

Actualmente, a pesar de que las actividades agrícolas y artesanales se encuentran en un franco retroceso, la primera sección de las Islas cuenta con pequeños productores forestales de maderas de sauce y álamo, florícolas para flor de corte (jazmín), siendo las más significativas las plantaciones de mimbre, frutícolas, nuez pecan, apicultura y agro-ecoturismo (Álvarez, 2009). En la *Figura 7.27* se puede observar la distribución geográfica predominante de las principales actividades mencionadas.

Por último, es importante nombrar las grandes inversiones inmobiliarias bajo la forma de barrios cerrados o countries que de a poco llegan a las Islas del Delta. Son factores concurrentes a esta tendencia el entorno paisajístico del río y su Delta, la cercanía a la Capital Federal y su disponibilidad de tierras vacantes, así como el mejoramiento de la infraestructura de transporte vial, ferroviario y fluvial entre Tigre y el resto del AMBA.

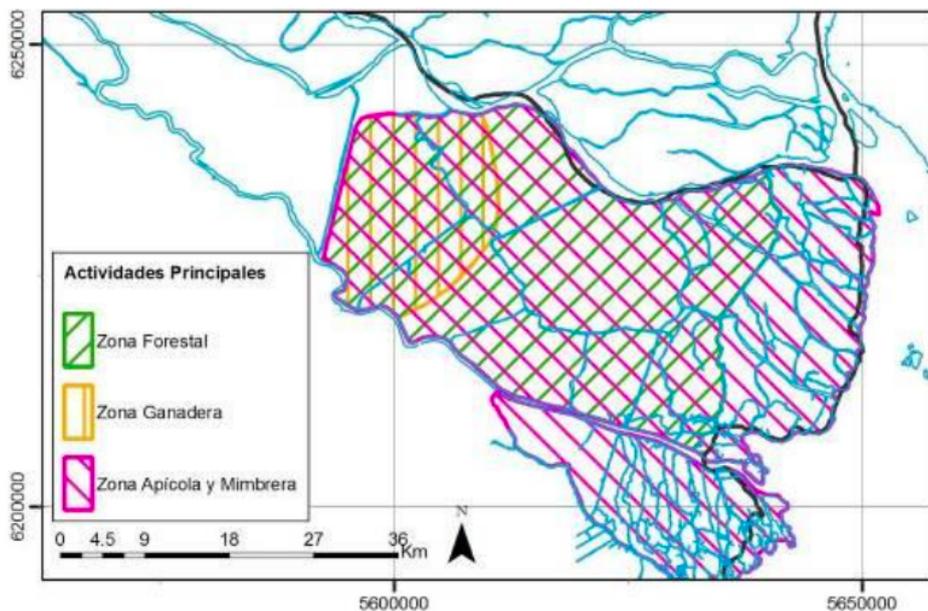


Figura 7.27: Distribución geográfica predominante de las principales actividades en el Bajo Delta del Paraná. Fuente: PROSAP, 2011.

7.6.3.4 Equipamiento comercial isleño terrestre y flotante

En las Islas del Delta de Tigre, se cuentan con comercios fijos en las islas y comercios flotantes, mediante lanchas. Por un lado, los fijos se ubican sobre las márgenes de los principales arroyos y ríos, y en general suelen tratarse de pequeños comercios polirubros, de escala familiar, gran parte de los cuales están asociados con otras ramas de actividad: venta de combustibles, viveros, recreos turísticos, etc.

Por otro lado, las “lanchas almaceneras”, constituyen establecimientos comerciales, montados sobre embarcaciones adaptadas a tal fin, que admiten una carga de entre 8 y 9 tn cada una. Según el Plan de Manejo de las Islas del Delta de Tigre (2012), son 15 las lanchas que realizan recorridos regulares de abastecimiento en las islas, con base de operaciones y fondeaderos localizados en el Puerto de Frutos, moviendo una carga total estimada de 8,5 tn semanales. Estas embarcaciones tienen recorridos con horarios fijos por los principales ríos y arroyos todos los días, lo cual hace previsible su servicio para su clientela. Se detienen en los muelles a requerimiento de los compradores, abasteciendo no sólo productos alimenticios, sino también un cúmulo de elementos de uso diario (artículos de limpieza, combustibles, algunas especialidades medicinales elementales, etc).



Figura 7.28: Lancha almacenera. Fuente: Fundación Metropolitana, Municipalidad de Tigre, 2012.

7.6.3.5 Red de Energía Eléctrica y Alumbrado Público

El servicio de provisión de electricidad es prestado por la empresa Edenor y tiene una cobertura casi total de los frentes de los principales ríos y arroyos del Delta de Tigre. Sin embargo, se producen discontinuidades en la red, generalmente en coincidencia con frentes ribereños muy discontinuos o en áreas que registran edificación muy dispersa. Los déficits de cobertura principales están localizados en la franja media central del Delta de Tigre y también en el cuadrante Este de la misma, específicamente en la zona comprendida entre el río Urión, el canal Emilio Mitre y el Río de la Plata, área caracterizada por la existencia de edificación dispersa. Según el Plan de Manejo de las Islas del Delta de Tigre (2012), más del 60% de los frentes ribereños con edificación dispersa no cuentan con aprovisionamiento directo de media tensión.

Por otro lado, la Red de Alumbrado público tiene una cobertura casi total de los frentes de los principales ríos y arroyos en la primera sección de islas, aunque se limita a la iluminación de embarcaderos.

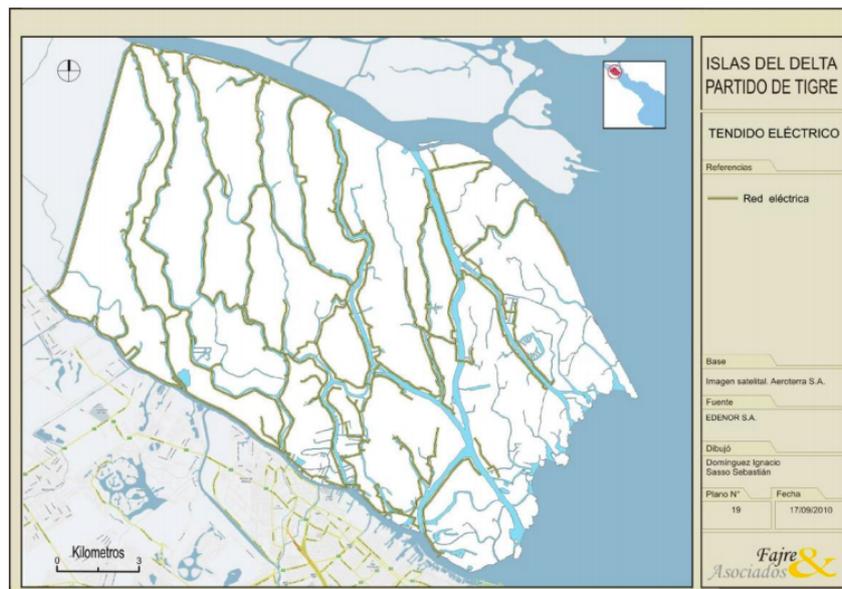


Figura 7.29: Tendido Eléctrico en las Islas del Delta de Tigre. Fuente: Fundación Metropolitana, Municipalidad de Tigre, 2012.

7.6.3.6 Saneamiento

El Plan de Manejo de las Islas del Delta de Tigre afirma que las islas carecen de una infraestructura sanitaria centralizada, por lo que es inexistente tanto la provisión de agua potable en red, como la red de evacuación de efluentes cloacales (Fundación Metropolitana, Municipalidad de Tigre, 2012).

Por un lado, la potabilización del agua en edificios reservados al uso público como escuelas, unidades sanitarias, conjuntos turísticos o habitacionales se realiza a partir de

sistemas de tratamientos de potabilización individual. La mayoría de las viviendas captan agua directamente del río, sometiendo a la misma a procesos de decantación e incorporación de cloro para su uso doméstico. Los sectores de menores recursos la utilizan también como agua potable.

Por otro lado, los efluentes son derivados en general al tratamiento por cámara séptica y posterior pozo absorbente. Cuando la capilaridad de los mismos se reduce por impermeabilización, se realiza volcamiento directo de las aguas grises a los cursos de agua, incidiendo negativamente en su calidad, indicando la presencia de *Escherichia coli* en los cursos de agua (Del Giúdice, 2002).

7.6.3.7 Educación y Salud

Existen en las Islas del Delta de Tigre seis (6) establecimientos escolares públicos y uno privado, los cuales se pueden observar en el mapa de la *Figura 7.30* (Fundación Metropolitana, Municipalidad de Tigre, 2012). La Provincia de Buenos Aires, responsable del área educativa primaria y secundaria, ha contratado servicios de lanchas colectivas para trasladar los alumnos y maestros desde sus casas en la isla hasta las respectivas escuelas.

Por otro lado, respecto al sistema de salud isleño, la Municipalidad de Tigre tiene dos establecimientos públicos sanitarios en islas: el Centro de Salud Río Carapachay, y el Centro de Salud de Río Capitán. Además, cuentan con una lancha ambulancia y un catamarán sanitario que recorren a diario los establecimientos educativos con médicos a bordo. El Plan de Manejo asegura que las principales patologías presentes en los habitantes de las islas son consecuencia de la ausencia de agua potable por red (Fundación Metropolitana, Municipalidad de Tigre, 2012).

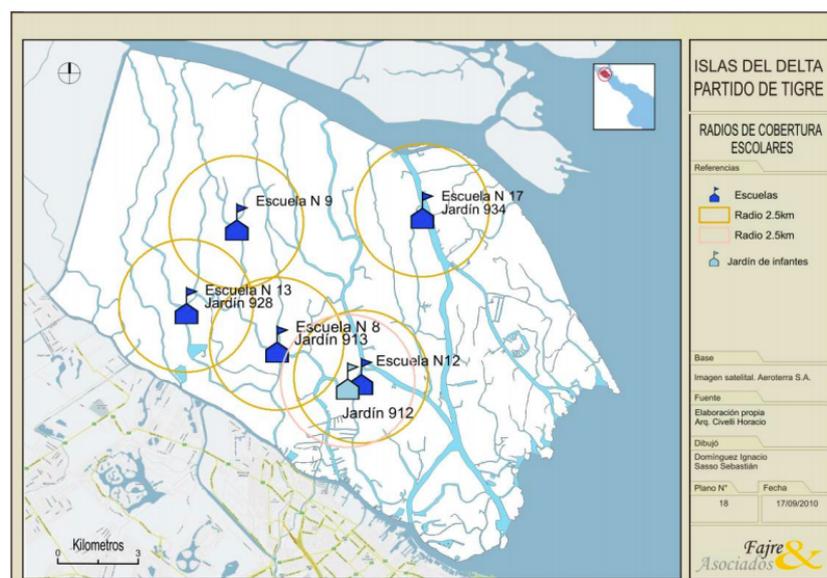


Figura 7.30: Ubicación y radios de cobertura de (2,5 m) escolares en las Islas del Delta de Tigre.

Fuente: Fundación Metropolitana, Municipalidad de Tigre, 2012.

7.6.3.8 Transporte público fluvial

Respecto al transporte público hasta las Islas del Delta de Tigre, el municipio cuenta con una Estación Fluvial denominada "Domingo Faustino Sarmiento", en la cual se prestan servicios de lanchas colectivas que recorren algunos canales, ríos y arroyos de las islas. La misma cuenta con una superficie de 1.500 m² y alberga además 30 locales comerciales destinados a la promoción turística y aprovisionamiento. Emplazada sobre la orilla derecha del río Tigre, consta de un pontón flotante de aluminio de 30 metros de largo. La estructura permite embarcar pasajeros mediante pasarelas móviles y escalinatas deslizables que acompañan la altura del agua.

Las lanchas, que transportan hasta 70 pasajeros sentados, en su mayoría emplea motores de explosión a gasoil, sin silenciador, alterando con su atronar la calma del paisaje isleño. Los servicios se prestan diariamente de lunes a domingo entre las 7 hs y las 21 hs, quedando interrumpidos durante la noche. Parten también del Puerto de Tigre pequeñas lanchas de alquiler, lanchas taxi y remises de río que realizan viajes cortos y rápidos a las islas (Fundación Metropolitana, Municipalidad de Tigre, 2012).



Figura 7.31: Estación Fluvial Domingo Faustino Sarmiento. Fuente: Municipalidad de Tigre.

7.7 Identificación y Evaluación de Impactos Ambientales

El objetivo principal del presente capítulo es identificar y valorar los impactos ambientales y sociales, a partir del desarrollo de una acción dada sobre el ambiente de tipo físico, biológico, económico y cultural, con el fin de establecer medidas de prevención, mitigación y

de remediación de los posibles impactos ambientales de mayor significancia, para el desarrollo del proyecto.

7.7.1 Metodología

Previo a la valoración cuantitativa de los impactos, se realizará una valoración cualitativa de estos, para identificar los potenciales impactos ambientales que se producirán en el área de influencia del proyecto. De esta forma, se identificarán los impactos más relevantes y significativos a presentarse, con el objetivo de detectar situaciones de causa y efecto que dan origen a los impactos ambientales.

Para esto, se realiza una matriz adaptada a la Matriz original de Leopold (1970), de doble entrada elaborada en función de la acción causa-efecto en la que se colocan por un lado los componentes ambientales susceptibles de ser afectados (columnas), es decir los que caracterizan al entorno, y, por otro lado, las actividades del proyecto identificadas como potenciales alteradores del medio (filas). Una vez construida la matriz, se identifica si existe interacción o no entre las actividades desarrolladas en el proyecto sobre cada componente ambiental. En caso de existir interacción se marca con un determinado color y se define el carácter del impacto, es decir, si el componente presenta una mejoría o un deterioro con respecto a su estado previo a la ejecución del proyecto, ante lo cual se procederá a marcarlo como benéfico (+ positivo) o adverso (- negativo), permitiendo así conocer con precisión la incidencia que ocasionan estas actividades hacia los elementos ambientales de la zona (Cátedra Evaluación de Impacto Ambiental, UNSAM, 2017).

Una vez establecidas las interacciones entre componentes ambientales y actividades del proyecto, se procede a dar una valoración a los mismos, utilizando índices de impacto ambiental que mediante la metodología de Criterios Relevantes integrados (CRI) (Conesa Fernández-Vitora, 1995), permitirá valorar cada efecto identificado en las matrices. La misma se realiza a través de la evaluación de los siguientes atributos: Intensidad (I), Extensión (EX), Momento (MO), Persistencia (PE), Reversibilidad (RV), Sinergia (SI), Acumulación (AC), Efecto (EF), Periodicidad (PR) y Recuperabilidad (RC). Para expresar la importancia (I) del impacto numéricamente se aplica la siguiente función (*Ecuación 7.1*).

Ecuación 7.1

$$I = +/- (3 i + 2 EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + RC)$$

Para una mejor visualización de los resultados, se relacionan los valores numéricos obtenidos con colores según la distribución presentada en la *Tabla 7.1*.

Tabla 7.1: Rangos de valores de impactos y su respectiva coloración.

Impacto	Valor
Positivo	Mayor a 0
No significativo	≤-25
Moderado	Entre -25 y -50
Severo	Entre -50 y -75
Crítico	<-75

7.7.2 Actividades o acciones

En la *Tabla 7.2* se listan y describen las actividades y/o acciones desarrolladas durante la construcción, operación y cierre del proyecto, identificadas como potenciales alteradores del medio.

Tabla 7.2: Actividades y/o acciones del proyecto. Fuente: Elaboración propia.

Etapas	Actividad
Construcción e Implementación	Transporte del material de construcción ETM
	Acondicionamiento del terreno ETM
	Construcción ETM
	Instalación máquinas Planta de Separación y Clasificación
	Adaptación lanchas recolectoras
	Desalojo de Materiales y Limpieza
	Instalación de Puntos Verdes
	Distribución de contenedores y composteras
Operación	Retiro de reciclables, restos y voluminosos del hogar
	Recolección de residuos mediante lanchas
	Funcionamiento Planta de Separación y Clasificación
	Funcionamiento de Estación de Transferencia
	Disposición inicial contenerizada
	Funcionamiento Puntos Verdes
	Compostaje domiciliario
	Transporte de restos hasta el CEAMSE
	Mantenimiento y lavado de lanchas (varadero)

	Transporte y venta de fardos de reciclables
	Transporte individual de residuos domiciliarios especiales
	Contrato de personal
	Mantenimiento de ETM
Cierre	Cese de actividades ETM
	Desmante de instalaciones ETM
	Cese de gestión de RSU

7.7.3 Factores Ambientales

Por otro lado, en la *Tabla 7.3* se listan y describen los factores ambientales susceptibles de ser afectados por las actividades o acciones previamente mencionadas.

Tabla 7.3: Factores Ambientales. Fuente: Elaboración propia.

Elementos Ambientales		Factores
Medio Físico	<i>Suelo</i>	Calidad
		Compactación
	<i>Agua</i>	Superficial
		Subterránea
	<i>Aire</i>	Calidad
		Ruido
Medio Biótico	<i>Flora</i>	Terrestre
		Acuática
	<i>Fauna</i>	Terrestre
		Acuática
		Aerea
Medio	<i>Economía</i>	Act. económicas

Socioeconómico		Turismo
		Empleo
	Servicios	Infraestructura
		Paisaje
	Población	Salud
		Educación
		Calidad de vida

7.7.4 Matriz de Impacto

7.7.4.1 Identificación de Impactos

A continuación, se presenta en la *Tabla 7.4* la matriz de doble entrada mencionada anteriormente en la cual los factores ambientales ya descriptos se encuentran en las columnas, y las actividades y/o acciones del proyecto en las filas. Además, se presenta marcado con una "X" los casos en los cuales se identificó la existencia de interacción entre las actividades y los factores ambientales.

Tabla 7.4: Matriz con identificación de impactos. Fuente: Elaboración propia.

Matriz de Impacto			Etapa de Construcción e Implementación										Etapa de Operación										Etapa de Cierre						
Elementos Ambientales	Factores		Transporte del material de construcción ETM	Acondicionamiento del terreno ETM	Construcción ETM	Instalación máquinas Planta de Separación y Clasificación	Desalogo de Materiales y Limpieza	Adaptación lanchas recolectoras	Instalación de Puntos Verdes	Distribución de contenedores y computadoras	Retiro de reciclables, restos y voluminosos	Recolección mediante lanchas	Funcionamiento Planta de Separación y Clasificación	Funcionamiento de Estación de Transferencia	Disposición inicial contenetizada	Funcionamiento Puntos Verdes	Compostaje domiciliario	Transporte de restos hasta el CEAMSE	Mantenimiento y lavado de lanchas (Varadero)	Transporte y venta de fardos de reciclables	Transporte individual de residuos especiales	Contrato de personal	Mantenimiento de ETM	Cese de actividades ETM	Desmonte de instalaciones ETM	Cese de gestión de RSU	Gestión y disposición contenidos y computadoras		
			Medio Físico	Suelo	Calidad	X	X	X		X				X		X	X	X	X	X	X		X	X	X				
Compactación	X				X	X				X					X	X	X	X	X		X					X			
Agua	Superficial				X		X	X		X	X	X			X	X	X	X		X		X						X	
	Subterránea			X								X			X	X	X	X											X
Aire	Calidad	X	X	X		X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				X	X	X	
	Ruido	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Medio Biótico	Flora	Terrestre	X	X	X		X		X	X	X				X	X	X	X	X	X	X				X	X	X	X	
		Acuática									X	X	X			X	X	X	X	X		X			X	X	X	X	
	Fauna	Terrestre	X	X	X				X		X		X	X	X	X	X	X	X	X	X				X	X	X	X	
		Acuática									X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X			X	X	X	X	
	Aerea	X	X	X								X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X	X		
Medio Socioeconómico	Economía	Economía local			X	X		X	X	X		X	X	X	X	X	X	X		X				X	X	X	X	X	
		Turismo										X				X	X	X										X	
		Empleo	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Servicios	Infraestructura		X	X	X		X	X	X				X	X	X	X	X	X		X				X	X	X		
		Paisaje		X	X							X				X		X				X						X	
	Población	Salud		X	X	X	X					X		X	X	X	X	X	X		X							X	
		Educación								X		X		X		X	X	X	X			X	X		X	X	X	X	
		Calidad de vida								X		X		X	X	X	X	X	X					X	X	X	X	X	

7.7.4.2 Valorización de Impactos

A partir de la *Ecuación 7.1*, se procedió a la valorización de los impactos identificados del proyecto. Para esto se utilizaron los índices de impacto ambiental mencionados anteriormente, mediante la metodología de Criterios Relevantes integrados (CRI) (Conesa Fernández-Vitora, 1995). A continuación, se presenta mediante la *Tabla 7.5* la Matriz de Impacto Ambiental del proyecto.

Tabla 7.5: Matriz de Evaluación de Impacto Ambiental. Fuente: Elaboración propia.

Matriz de Impacto			Etapa de Construcción e Implementación										Etapa de Operación										Etapa de Cierre				Valor medio			
Elementos Ambientales	Factores		Transporte del material de construcción ETM	Acondicionamiento del terreno ETM	Construcción ETM	Instalación máquinas Planta de Separación y Clasificación	Desalajo de Materiales y Limpieza	Adaptación lanchas recolectoras	Instalación de Puntos Verdes	Distribución de contenedores y composteras	Retiro de reciclables, restos y voluminosos	Recolección mediante lanchas	Funcionamiento Planta de Separación y Clasificación	Funcionamiento de Estación de Transferencia	Disposición inicial contenerizada	Funcionamiento Puntos Verdes	Compostaje domiciliario	Transporte de restos hasta el CEAMSE	Mantenimiento y lavado de lanchas (Varadero)	Transporte y venta de fardos de reciclables	Transporte individual de residuos especiales	Contrato de personal	Mantenimiento de ETM	Cese de actividades ETM	Desmonte de instalaciones ETM	Cese de gestión de RSU		Gestión y disposición contenedores y composteras		
			Medio Físico	Suelo	Calidad	-24	-27	-30		-19						-23	-23				-23		-21							-29
Compactación	-23				-33	-19			-14					-27	-27				-21		-19									-23
Agua	Superficial				-24		-21	-18		-31		-34							-20		-20						-31	-31	-26	
	Subterránea			-20																								-19		-20
Aire	Calidad	-23		-31	-31		-18	-16	-29		-29	-16	-18						-20		-20	-17					-21	-31		-23
	Ruido	-24	-32	-35	-23	-19	-21	-17	-28		-31	-19	-20			-15		-19	-18	-21	-19		-16			-22		-28	-22	
Medio Biótico	Flora	Terrestre	-18	-20	-19		-16	-16	-17										-17		-17					-17	-35		-19	
		Acuática								-27		-32										-19					-33		-28	
	Fauna	Terrestre	-16	-17	-17				-14				-17	-17					-16		-16						-31		-18	
		Acuática								-26		-32	-18	-18								-18					-33		-24	
		Aerea	-18	-17	-20							-28	-17	-17					-16		-16	-15					-30		-19	
Medio Socioeconómico	Economía	Economía local																							-21		-23		-44	
		Turismo																									-31		-31	
		Empleo																							-24		-25		-25	
	Servicios	Infraestructura											-16	-16						-17						-27			-19	
		Paisaje		-22	-20																							-37		-26
	Población	Salud		-20	-23	-17	-17						-17	-17						-20								-30		-20
		Educación																								-31		-28		-30
Calidad de vida																									-33		-35		-34	
Valor medio			-21	-23	-25	-20	-18	-20	-15	-26	+	-31	-19	-19	+	-15	+	-19	-19	-19	-18		-16	-27	-22	-30	-30			

7.7.4.3 Descripción de Impactos

Etapa de Construcción e Iniciación

Durante la etapa de construcción e iniciación del proyecto, se verán principalmente afectados los componentes del medio físico. Esto se debe principalmente al transporte de materiales necesarios para el acondicionamiento, construcción e instalación de maquinaria de la Estación de Transferencia Multipropósito (ETM), junto con el desarrollo mismo de estas actividades. Es así que la calidad del suelo es afectada principalmente en la etapa de construcción de la obra, siendo alterado por los movimientos de maquinaria y vehículos, erosionando los estratos superiores. A su vez, por el mismo efecto del peso de estos últimos, se genera la compactación de los mismos, alterando su densidad inicial. Por otro lado, el aire se verá afectado debido a la generación de ruido y material particulado generado durante esta etapa, en la cual además se liberarán gases de efecto invernadero (GEI), principalmente dióxido de carbono (CO₂), emitidos por los vehículos de transporte de los materiales previamente señalados. Por último, el agua superficial se verá afectada debido a posibles vuelcos de pequeños aridos, maderas, y más elementos utilizados durante la construcción debido a la proximidad con el río Luján.

Además, durante la presente etapa, la fauna y flora, principalmente terrestre y aérea se verán influenciadas debido a los ruidos, movimientos de suelo y maquinaria, emisión de gases y material particulado, entre otros, generados. También, por lo recién mencionado, la salud de los obreros de la construcción se verá afectada si no se utilizan los debidos elementos de protección personal (EPP). De todos modos, no será necesaria la deforestación para la construcción ya que el predio actualmente se encuentra sin vegetación.

A la hora de distribuir las composteras y contenedores por todas las islas del Delta de Tigre, se generarán impactos tanto en los componentes del medio biótico como físico. Esto se debe a que se utilizarán muchas lanchas y varios viajes para lograr esta tarea, afectando tanto el aire como el agua superficial, y la flora y fauna habitante.

Durante esta etapa la economía local y la generación de empleos se ven impactados positivamente debido a la demanda de obreros, ingenieros, arquitectos y más profesionales para llevar a cabo la construcción e iniciación del proyecto.

Etapa de Operación

Durante la etapa de Operación y funcionamiento del proyecto, en su mayoría, los tres medios (físico, biótico y socioeconómico) se verán afectados positivamente. Esto se debe a el impacto positivo relacionado con la correcta gestión de los residuos, evitando su derrame,

disipación e infiltración en el ambiente, generando su acumulación en el mismo y así la contaminación de todos sus componentes. De todos modos, la recolección de los mismos mediante lanchas con motores a nafta, afecta tanto al medio biótico como físico, liberando gases de efecto invernadero a la atmósfera, generando ruido y afectando el flujo de los arroyos y canales debido al oleaje generado, el cual actúa sobre las costas retrocediendo su línea, y desmoronando albardones y árboles costeros, causando la necesidad de una constante prolongación de los muelles.

Durante esta etapa, al igual que en la anterior, la economía local y la generación de empleo se verán afectadas positivamente debido a la necesidad de operarios de la ETM y timoneles de las lanchas recolectoras, la comercialización de los fardos de reciclables y choferes para el transporte de residuos.

La operación del proyecto otorgará a los ciudadanos de las Islas del Delta de Tigre una mayor calidad de vida, logrando un ambiente sano, sin residuos desparramados por la tierra y el agua, mejorando la calidad de ambas, evitando la generación de enfermedades relacionadas a la incorrecta gestión de los residuos y aumentando el patrimonio ambiental y paisajístico.

Etapa de Cierre

La última etapa del presente proyecto se caracteriza por contar con un impacto negativo en la mayoría de los componentes de los tres medios estudiados. Como se mencionó anteriormente, la gestión de residuos ofrecida por el proyecto beneficia tanto a los habitantes de las islas como al ecosistema general de las mismas, promoviendo la educación y cuidado ambiental, la mejora de la calidad de los ríos, canales y arroyos, junto con la mejora de calidad de los suelos y aire.

7.8 Plan de Gestión Ambiental (PGA)

Según la Guía para elaboración de Estudios de Impacto Ambiental desarrollada por la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, el Plan de Gestión Ambiental (PGA) debe incluir la planificación de cómo se implementarán las medidas de mitigación identificadas, así como las acciones de monitoreo, de forma operativa y ejecutable, para cada una de las etapas del proyecto (construcción, operación y cierre).

El mismo debe planificarse en el marco de una gestión ambiental adaptativa, de forma que permita incorporar información resultante de los monitoreos, realizar ajustes y mejoras de gestión. En ese sentido, el PGA debe abordarse a través de un proceso sistemático e

iterativo de revisión periódica, monitoreo e incorporación de nuevos conocimientos, y asunción de compromisos de mejora de la gestión a la luz de la nueva información.

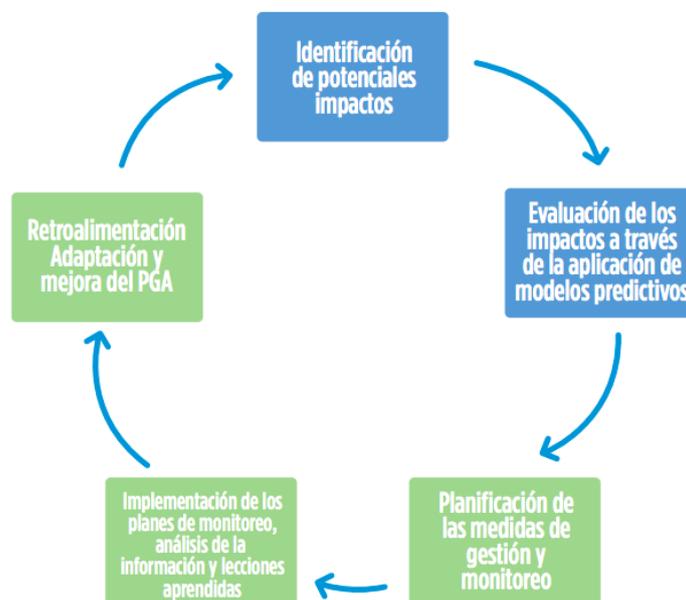


Figura 7.32: Gestión Ambiental Adaptativa. Fuente: Guía para elaboración de Estudios de Impacto Ambiental, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, 2019.

7.8.1 Plan de Prevención y Mitigación de Impactos

Para la prevención y mitigación de impactos, es importante reducir el riesgo de todas las actividades que lo ameriten durante las distintas etapas del proyecto, y proteger así tanto al personal como al ambiente natural. A continuación, se detallan las medidas a tomar para el presente proyecto:

Elementos De Protección Personal o Individual (EPP o EPI)

En todo momento de operación del proyecto, tanto para los operarios de la Estación de Transferencia, como a los de la Planta de Separación y Clasificación, y para los timoneles recolectores de residuos, se les deberá proveer de dos juegos de ropa de trabajo dos veces por año, como mínimo según los requerimientos la Ley Nacional 19.587 "Ley de Higiene y Seguridad". La vestimenta se compondrá de pantalón y camisa adecuados, variando según invierno y verano, prohibiendo la realización del trabajo con ropa personal, de manera que la misma no esté en contacto con los residuos y los agentes contaminantes presentes en estos. La ropa de trabajo debe ser lavada adecuadamente, de manera que cada día antes de comenzar el turno laboral, el personal se cambie su ropa por la de trabajo y al finalizar el día entrega la ropa de trabajo, se ducha y vuelve a cambiar.

Además es obligatorio entregar al personal los EPP dos veces por año como mínimo y realizar un cambio siempre que se deterioren y no cumplan con su función. También se deben brindar capacitaciones sobre la importancia de su correcto uso. Según el puesto de trabajo se definirán los EPP a utilizar, en general son los siguientes:

- ❖ Pantalón y camisa de trabajo.
- ❖ Zapatos de seguridad.
- ❖ Botines o botas de seguridad (con punta de acero).
- ❖ chaleco reflectante.
- ❖ Guantes impermeables y anti-cortes.
- ❖ Delantal plástico.
- ❖ Antiparras de PVC.
- ❖ Barbijo.
- ❖ Protección auditiva para los puestos de trituración, compactación y otros cuyo nivel sonoro así lo establezca.

Especial para timoneles y tripulantes recolectores:

- ❖ chaleco salvavidas.
- ❖ Gorra/visera/sombrero con protección UV.
- ❖ Anteojos de sol.
- ❖ Zapatos náuticos.
- ❖ Pantalones y camisas largas blancas con protección UV.
- ❖ Seguro de hombre al agua.

Debido a que el personal tiene la responsabilidad de utilizar adecuadamente y cuidar sus EPP, se recomienda aplicar sistemas de premios y/o castigos para el personal que utilice o no los EPP adecuadamente a fin de promover una cultura de la seguridad en las instalaciones. Además, brindar una constante capacitación del personal en materia de higiene, seguridad y medio ambiente.

Plan de Mantenimiento Preventivo y/o Predictivo de Maquinaria

Es de suma importancia para la adecuada conservación de las instalaciones, maquinaria, lanchas de recolección vehículos o rodados que operen dentro del predio, la existencia de un Plan de Mantenimiento Preventivo y/o Predictivo. Por un lado, el mantenimiento preventivo se realiza para evitar que la maquinaria falle mediante la ejecución de revisiones, reparaciones y recambios programados, mientras que, por otro lado, el mantenimiento predictivo se enfoca en la ejecución de ensayos no destructivos sobre las máquinas a fin de

determinar la necesidad o no de realizar un cambio o ajuste sobre determinado elemento para evitar la falla o parada. Para ambos, los proveedores de toda la maquinaria deben capacitar al personal que opera las mismas y también al personal que realice su mantenimiento, además deben entregar los detalles de mantenimiento de cada máquina que debe indicar: cada cuánto, cómo y quién debe realizar el mantenimiento.

De esta forma se garantiza la calidad de las emisiones, la minimización del ruido producido tanto por las máquinas como por los motores de las lanchas, la seguridad del personal, el vuelco de aceites y/o combustibles al suelo o cuerpo de agua, la pausa del servicio de recolección debido a inconvenientes de los motores de las lanchas, entre problemas relacionados a la maquinaria.

Plan de Mantenimiento y Control de la ETM

Para mitigar y prevenir riesgos a la salud y al ambiente en la Estación de Transferencia Multipropósito, es necesario tomar las siguientes medidas:

- ❖ La totalidad de la Estación de Transferencia Multipropósito debe encontrarse adecuadamente señalizada, contando con carteles para indicar las distintas zonas de trabajo y las vías de circulación para vehículos y personas, sin recargar excesivamente para evitar restar efectividad en la comunicación del riesgo al cual el personal se encuentra expuesto.
- ❖ Los remolques volquete transportadores de residuos dentro de la ETM deben contar con lonas enrolladas para utilizar los días de lluvia, evitando así que se mojen los residuos y generen lixiviados a lo largo del playón de la estación.
- ❖ Mensual control monitoreo de generación de caudales y calidad del efluente generado a partir del lavado de la Estación de Transferencia de la corriente restos y los líquidos lixiviados que puedan allí generarse.
- ❖ Indicar la peligrosidad de equipos o sitios en los casos que lo ameriten.
- ❖ Instalar y mantener vigentes matafuegos de tipo A-B-C, junto con formas adicionales para la lucha contra el fuego, como arena, mangueras y otros.
- ❖ Los matafuegos, extintores, vías de circulación y salidas de emergencia deben estar visibles y sin obstáculos en todo momento.
- ❖ Maximizar la iluminación natural, esto permite menor esfuerzo en la visión por parte del personal y maximiza el ahorro de energía. Por otro lado, la iluminación artificial también es obligatoria y debe dimensionarse de acuerdo a las dimensiones de la planta.

- ❖ Instalar botiquines de primeros auxilios en todos los ambientes de las Estación de Transferencia Multipropósito.
- ❖ La ventilación se debe considerar seriamente, dado que se trabaja con sustancias insalubres y en algunos casos se pueden encontrar sustancias inflamables entre los residuos. Por esto, al contar la ETM con dimensiones importantes, conviene establecer sistemas de ventilación inducidos.
- ❖ Instalar rociadores automáticos con detectores de humo, especialmente en las zonas de almacenamiento de los materiales recuperados.
- ❖ Para mantener al mínimo la presencia de animales cuya presencia resulte indeseable o inconveniente en el interior de la planta, se deberán elaborar Planes de Desratización y Desinsectación del predio. Para los mismos se deberán tomar las siguientes medidas: Tapar pozos, grietas y huecos en donde se puedan alojar los roedores; proteger los desagües mediante rejillas que impidan el paso de roedor; utilizar repelentes, fumigantes y raticidas entre otros. Estas acciones deben realizarse mensualmente en condiciones normales, y en caso de detectarse una plaga se debe aumentar su frecuencia.
- ❖ Para reducir la emisión de material particulado, se recomienda rociar los caminos presentes en la Estación de Transferencia Multipropósito y reducir la velocidad de circulación en la misma.
- ❖ Realizar auditorías ambientales periódicas, por parte de las autoridades municipales, para controlar el correcto funcionamiento del sistema de gestión integral de residuos y realizar las adecuaciones correspondientes, en caso de ser necesario.

Plan de Navegación Segura y Amigable con el Ambiente

Para lograr una navegación segura para los tripulantes de las embarcaciones y amigable con el medio ambiente y los vecinos de las islas, se deberán tomar las siguientes precauciones:

- ❖ *Uso de la vestimenta adecuada:* Sombrero/gorros/visera de secado rápido y con protección UV; Remeras blancas de manga larga también de secado rápido y protección UV; Guantes para quemaduras por sol y roce de cabos; pantalones respirables con protección UV y secado rápido; zapatos náuticos.
- ❖ *Uso de protectores solares en verano.*
- ❖ *Capacitación periódica a timoneles recolectores:* Capacitaciones sobre medidas de prevención de accidentes y seguridad a bordo, ejecución de RCP, maniobras marineras y más.

❖ *Elementos de Seguridad a Bordo:*

- Botiquín de primeros auxilios básico: Debe guardarse en un lugar fresco, seco, limpio y de fácil acceso. Los elementos tienen que mantenerse en buen estado, deben controlarse sus fechas de vencimiento y reponerse periódicamente.
- Radiobaliza EPIRB.
- Balsas salvavidas.
- Arnés de seguridad.
- Chaleco salvavidas.
- Bengalas de mano rojas.
- Señal de humo anaranjado.
- Espejo de mano para señales.
- Extintores tipo triclase.
- Bomba de achique manual y achicador manual.
- Luces de navegación y fondeo.
- Bocina o silbato mecánico.
- Bichero, pala, ancla, cadena y cabos.



Figura 7.33: Ejemplo de elementos de protección a bordo. Fuente: Náutica San Isidro.

- ❖ *Control de la velocidad de circulación:* Se debe controlar el cumplimiento de la velocidad de circulación propuesta por el presente proyecto, respetando el vecindario y cuidando el impacto que la navegación genera en el ambiente, priorizando la

tranquilidad durante toda la acción de recolección, minimizando el riesgo de accidentes y la afectación de la fauna y flora. Para esto, se debe concientizar y capacitar a los tripulantes de las embarcaciones y realizar encuestas mensuales a los residentes de las islas para obtener su opinión respecto a la velocidad de las lanchas.

- ❖ *Motores adecuados:* Utilización exclusiva de motores 4 tiempos (4T) para evitar el ruido excesivo de otro tipo de motores, priorizando el silencio durante la navegación, tanto para salud de los tripulantes como para el impacto al ambiente.
- ❖ *Mantenimiento del motor:* Correcto mantenimiento del motor 4T fuera de borda, realizando el cambio de aceite una vez por año o cada 100 hs, bujías cada 500 hs y correa de distribución a las 1000 hs.
- ❖ *Cantidad de Motores a bordo:* Siempre utilizar dos motores por lancha, para tener siempre uno como "backup" en caso de ocurrir algún problema inesperado con alguno de los dos.
- ❖ *Carga de combustible:* La carga de combustible se podrá realizar exclusivamente con las lanchas sobre tierra en el Varadero, al cual durante la mañana de cada día de recolección, se llevarán bidones de nafta comprada en EESS del continente.
- ❖ *Mantenimiento de las lanchas:* El mantenimiento de lanchas debe realizarse cada quince días, por operarios capacitados y exclusivamente dentro del Varadero, sitio el cual debe contar con todas las medidas de prevención de derrames de combustible, aceites o aguas grises de sentina.

7.8.4 Plan de Contingencias Ambientales (PCA)

Con el objetivo de reaccionar efectivamente frente a las emergencias que se puedan presentar durante el desarrollo de las distintas actividades del proyecto, en todas sus etapas, el mismo deberá contar con distintos protocolos y procedimientos a seguir. De esta forma, se busca garantizar la adecuada respuesta a incidentes o accidentes que pongan en riesgo los recursos naturales y la salud de las personas.

Un incidente es un evento en el cual el personal, las instalaciones, los materiales o el medio ambiente pudieron haber sufrido un daño, pero este no se materializó. Por otro lado, en un accidente el suceso si produce una lesión al personal o las instalaciones sufren daños (siniestro) o bien resulta perjudicado el medio ambiente. Ambos tipos de sucesos se deben registrar adecuadamente, seguir su historial y trabajar en pos de su minimización.

A continuación, se listan los riesgos existentes a lo largo del proyecto:

- ❖ Explosiones o incendios debido al erróneo manejo y almacenamiento de combustibles.

- ❖ Inundaciones provocadas por la acción meteorológica o mareológica.
- ❖ Derrames de combustibles/aceites/lubricantes debido al erróneo manejo, almacenamiento, mantenimiento de maquinaria y lanchas, entre otros.
- ❖ Lesiones: Quemaduras por sol o cabos; Insolación; Lesiones por caídas, cortes durante el manejo de equipos, máquinas y herramientas, interacción con residuos, etc; Mordeduras de animales como comadreja y víboras.
- ❖ Traumas psicológicos debido a la aparición de elementos/animales/cuerpos dentro de las bolsas de residuos.
- ❖ Fenómenos naturales: Precipitaciones extraordinarias, tormentas eléctricas, sequías extremas o sismos, incendios, entre otros.
- ❖ Incendios intencionales en las Islas del Delta.

Es así que considerando los riesgos mencionados, para la elaboración de un Plan de Contingencias se deben realizar las siguientes actividades:

- **Estrategia:** Identificar las actividades riesgosas, diseñar un organigrama operativo para asignar responsabilidades al personal, crear un programa de educación y capacitación del personal, etc.
- **Comunicación interna:** Establecer flujos de información interna y presentar regularmente los procedimientos a seguir durante la emergencia.
- **Registro para seguimiento:** Es de gran importancia establecer un sistema de investigación de accidentes identificando las causas básicas, el origen y las acciones de mejora del proceso a fin de evitar que vuelva a ocurrir. Para realizar la investigación existen distintas metodologías como mediante el Árbol de Causas o la Espina de Pescado, entre otros.
- **Plan de Evacuación:** Generar un Plan de Evacuación para lograr una planificación y organización humana con el objetivo de reducir las consecuencias que pudieran derivarse de una situación de riesgo, de manera que cada persona sepa lo que tiene que hacer y lo realice en el menor tiempo posible.
- **Simulacros y Capacitación:** Realizar simulacros periódicamente para crear un patrón de comportamiento sistematizado que permita reaccionar en el menor tiempo posible de forma adecuada. Capacitar al personal para lograr su correcta acción frente emergencias, sin asumir riesgos inaceptables, logrando combatir la situación de peligro.

7.8.3 Programa de control y monitoreo

El Plan de Control y Monitoreo tiene como objetivo controlar la implementación de las medidas atenuantes a los impactos del proyecto durante su implementación. El monitoreo de las medidas de mitigación consistirá en controles periódicos sobre el correcto funcionamiento de las recomendaciones propuestas.

Una importante herramienta que se utilizará para lograr el control y monitoreo, es mediante la ejecución de encuestas mensuales tanto a los isleños como al personal del GIRSU en su totalidad, para ver avances, recomendaciones y situaciones respecto al cumplimiento de las medidas propuestas.

7.9 Conclusiones

Como conclusión del presente estudio se obtiene que el impacto del presente proyecto es en su mayoría positivo, buscando la correcta gestión, tratamiento y destino de los residuos sólidos urbanos generados por los residentes de las Islas del Delta de Tigre, con una mirada eficiente y sustentable durante todas las etapas del proyecto. Es así que se logra el cuidado de los patrimonios ambientales y paisajísticos de las islas, contenedoras de alta biodiversidad y servicios ecosistémicos para la totalidad de la región.

Esta preservación de los valores ambientales y paisajísticos impacta directamente en la atracción turística de las mismas, logrando un incremento de nuevas actividades relacionadas al turismo, ligadas a la protección de la naturaleza, el patrimonio cultural y su uso inteligente y sustentable. Aumentando, además, la conciencia y educación ciudadana respecto al cuidado ambiental, responsabilizando a los habitantes de las islas a lograr un estilo de vida en armonía con el ecosistema isleño.

De todas formas, el proyecto cuenta con impactos negativos, relacionados principalmente al transporte y recolección de residuos durante toda la operación del proyecto, y a las actividades de construcción e implementación del mismo, afectando tanto a la salud como al ambiente natural. De esta forma, ejecutando las medidas de mitigación y prevención detalladas previamente, los impactos negativos podrán ser mitigados o reducidos con éxito.

CAPÍTULO 8: Conclusiones

8.1 Conclusiones generales

Se logró realizar el diagnóstico de la situación actual de la gestión de residuos sólidos urbanos en las Islas del Delta de Tigre, pero también de la dinámica presente del régimen hidrológico, cuya altura del agua depende de componentes astronómicas y meteorológicas, contando con mareas tanto lunares como eólicas. Gracias a esto, se pudo diseñar una Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos adaptada a la situación local, preparada para resistir mareas extraordinarias, sudestadas, ataques de animales locales y lluvias, entre otros factores, sin perjudicar el ecosistema deltaico ni la salud de la población.

Fue así como la GIRSU propuesta incorporó una separación en origen en cinco corrientes de residuos, acompañada por una disposición inicial selectiva y contenerizada, seguida por la optimización de la recolección fluvial actual, siendo diferenciada y contenerizada, junto con la construcción de una Estación de Transferencia Multipropósito (ETM) dentro de la cual se propone el tratamiento de la corriente de residuos reciclables mediante una Planta de Separación y Clasificación de los mismos, y la transferencia de la corriente de residuos restos mediante una Estación de Transferencia, la cual es luego transportada hasta el relleno sanitario CEAMSE. Además, se incorporó el tratamiento de la corriente de residuos alimenticios mediante un compostaje domiciliario, reduciendo así un 30% de los residuos generados por cada habitante y transformándolo en enmienda natural para uso personal. Por último, se propone la recolección planificada de la corriente de residuos voluminosos y la incorporación de Puntos Verdes para la correcta gestión de los residuos domiciliarios especiales.

Es así que la GIRSU propuesta trae consigo una estructura capaz de concientizar a los residentes respecto al cuidado ambiental, la incorporación de hábitos sustentables y la importancia de actuar frente a la problemática mundial de contaminación, la modalidad de consumo y el cambio climático, haciéndolos responsables de su propia generación y gestión de residuos, proveyéndoles un sistema activo, capaz de asegurar un futuro sustentable para la mayoría de los tipos de residuos sólidos urbanos generados.

De esta forma, los residentes de las islas logran disminuir su huella de carbono, aprender a separar en origen las distintas corrientes de residuos y a compostar de forma domiciliaria, reciclando así sus residuos alimenticios, logrando una efectiva recuperación y aportación de

materia orgánica y nutrientes al suelo presentes en el compost como nitrógeno, potasio y fósforo.

La implementación del presente proyecto no es solo positiva e importante para el Delta de Tigre desde el punto de vista ambiental y social, sino que además es extremadamente necesaria ya que la generación de residuos es activa en las islas, logrando actualmente incrementarse hasta nueve veces en temporadas altas debido a turistas y visitantes. De no gestionarlos correctamente, se obtiene la degradación directa del ambiente y su biodiversidad, junto con la salud y bienestar de los habitantes, derivando además en una disminución en las posibilidades de desarrollo desde el ámbito turístico que actualmente cuentan las Islas del Delta de Tigre.

8.2 Conclusiones personales

Desarrollar el presente Proyecto Final Integrador (PFI) para la carrera Ingeniería Ambiental fue el mayor desafío personal realizado a lo largo de la carrera. El abanico de problemas a solucionar, la recurrente necesidad de re pensar y ser creativa, la flexibilidad de ideas, y el extenso tiempo necesario para investigar, desarrollar, implementar e incorporar al proyecto distintas técnicas y tratamientos de residuos, entre otras cosas, requieren una dedicación completa y activa, dentro de la cual la constancia y la perseverancia tomaron un rol protagonista.

Es por esto que como conclusiones personales, resalto que la realización de una Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos me aportó una mirada particular, capaz de abordar de forma integral, el análisis de distintas situaciones y problemáticas que así lo requieran. Esto se debe a que el principal desafío de diseñar una GIRSU resulta en el manejo de distintas variables y actores involucrados que deben luego conectarse en un mismo sistema integral. Considero que realizar una GIRSU en equipo aportaría considerablemente al resultado final, sumando distintos enfoques a la hora de resolver problemas y proponer ideas.

Referencias Bibliográficas

Álvarez, R., Leavy, S., & Marino, M. (2009). *Zonas Agroeconómicas Homogéneas Buenos Aires Norte*. Estudios Socioeconómicos de la Sustentabilidad de los Sistemas de Producción y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.

Archer, E., Schwager, J., & Whiting, K. (2005). *Podría MBT convertirse en la opción de gestión de residuos más importante*. En Actas del Simposio Internacional MBT.

Belloso, C. (2007). Contaminación en las islas frente a la ciudad de Rosario por futura expansión de la explotación ganadera. *On line: http://www.taller.org.ar/Agua/Humedales/Contaminacion_islas_exp_ganadera.pdf*.

Blanco, D. E., & Méndez, F. M. (2010). Endicamientos y terraplenes en el Delta del Paraná: situación, efectos ambientales y marco jurídico. Buenos Aires: Fundación para la Conservación y el Uso Sustentable de los Humedales. En: http://server.ege.fcen.uba.ar/pcourtalon/PDF4LIBRO_WETLAND2010.pdf.

Bó, R. F., & Quintana, R. D. (2013). Patrones de uso de la fauna silvestre por las sociedades humanas originarias en los humedales del delta del río Paraná y sectores adyacentes.

Bó, R. F., Quintana, R. D., & Malvárez, A. I. (2002). El uso de las aves acuáticas en la región del Delta del Río Paraná. *Primer Taller sobre la caza de Aves Acuáticas. Hacia una estrategia para el uso sustentable de los recursos de los humedales*, 93-106.

Bó, R. F., Quintana, R. D., Courtalón, P., Astrada, E., Bolkovic, M. L., Coco, G. L., & Magnano, A. (2010). Efectos de los cambios en el régimen hidrológico por las actividades humanas sobre la vegetación y la fauna silvestre del Delta del Río Paraná. *Endicamientos y terraplenes en el Delta del Paraná. Situación, efectos ambientales y marco jurídico*. Buenos Aires: Fundación Humedales/Wetlands International.

Bonetto, A. A., Neiff, J. J. y Di Persia, D. H. (1986). *El sistema del río Paraná*. En La ecología de los sistemas fluviales (págs. 541-598). Springer, Dordrecht.

Bonfils, C. G. (1962). Los suelos del Delta del Río Paraná. Factores generadores, clasificación y uso. *Revista de Investigaciones Agrícolas*, 16(3), 257-370.

Boul, S. W., F. D. Hole y R. J. McCracken (1989). *Soil Genesis and Classification*. 3' Ed. Iowa State Univ. Press. Ames.

Braber, K. (1995). Anaerobic digestion of municipal solid waste: a modern waste disposal option on the verge of breakthrough. *Biomass and bioenergy*.

Burkart, A. (1957). Ojeada sinóptica sobre: La vegetación del Delta del Río Paraná.

Casanovas, G., Della Vecchia, F., Reymundo, F., y Serafini, R. (2019). *Guía Teórico-Práctica sobre el biogás y los biodigestores*, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), Buenos Aires, Argentina.

Cavallotto, J. L. (2002). Evolución holocena de la llanura costera del margen sur del Río de la Plata. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 57(4), 376-388.

Cavin, V. (2017). *Manual de Cambios de Comportamiento*. Helvetas Swiss Intercooperation. Eawag/Sandec

CEAMSE, *Cómputos: Estudios de calidad de Residuos Sólidos Urbanos Dispuestos*, Tomado de: <https://www.ceamse.gov.ar/estadisticas/>

CEAMSE, Instituto de Ingeniería Sanitaria de la FIUBA (2010-2011), *Estudio de Calidad de los Residuos Sólidos Urbanos del Área Metropolitana de Buenos Aires, Tercer Informe de Avance*.

Coffey, M., y Coad, A. (2010). *Collection of municipal solid waste in developing countries*. UN-Habitat, United Nations Human Settlements Programme.

CONESA FERNÁNDEZ VÍTORA, V. (1995). Guía metodológica para la EIA. *Mundi Prensa. Madrid*.

Cooperativa Creando Conciencia. *Nuestros Servicios*. Tomado de: <https://creandoconciencia.com.ar/>

De la Peña, M. (1986). Guía de Flora y Fauna del Paraná Medio.

Del Giudice F. (2002). *Fundamentos ecológicos, socio-ambientales e hidrológicos para la creación como sitio Ramsar a la 1ª Sección del Delta, Islas de Tigre*. Comisión de Vecinos del Delta Autoconvocados.

Escobar, G., Vargas, W., & Bischoff, S. (2004). *Wind tides in the Rio de la Plata estuary: meteorological conditions*. *International Journal of Climatology: A Journal of the Royal Meteorological Society*, 24(9), 1159-1169.

Goñi, M. G., Monachesi, L. B., & Guarracino, L. (2013). Modelado y análisis del efecto de las Sudestadas en acuíferos costeros. In *VIII Congreso Argentino de Hidrogeología y VI Seminario Latinoamericano sobre Termas Actuales de la Hidrología Subterránea (La Plata, 17 al 20 de septiembre de 2013)*.

Fontán, C. (2005). *Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos, Recolección de RSU y Barrido y Limpieza de calles*.

Frassetto, A. (2019). *Guía para la Elaboración de Estudios de Impacto Ambiental*, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación.

Galafassi, G. P. (2004). Colonización y conformación moderna de las tierras del Delta del Paraná, Argentina (1860-1940). *Revista complutense de historia de América*, 30, 111-130.

GEA Sustentable (2020). *Introducción a la Tecnología de la Biodigestión*. Tomado por: <https://geasustentable.com.ar/biogas/>

Grupo Riccitelli. *Servicio Recolección Domiciliaria en el Delta*. Tomado de: <http://gruporiccitelli.com/web2015/>

Gruppo Veritas, *Recogida separada en el territorio*, Venecia, Italia. Tomado de: <https://www.gruppo-veritas.it/il-gruppo-veritas/servizi/igiene-ambientale/la-raccolta-differenziata-nel-territorio>

Hilbert, J. (2011). Manual para la producción de Biogás. Instituto de Ingeniería Rural, INTA HomeBiogás Argentina (2020). *Sistema de Biogás*. Tomado por: <http://homebiogasargentina.com/>

INDEC. Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 1991.

INDEC. Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2001.

INDEC. Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2010.

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Estación Experimental Agropecuaria Delta. Tomada de: <https://inta.gob.ar/eeadelta>

Iriondo, M., & Scotta, E. (1979). The evolution of the Paraná river delta. In *Proceedings of the 1978 International Symposium on Coastal Evolution in the Quaternary* (pp. 405-418).

Jaramillo, J. O. R. G. E. (1999). Gestión integral de residuos sólidos municipales-GIRSM. Medellín, Seminario Internacional: Gestión Integral de Residuos Sólidos y Peligrosos Siglo XXI.

J.Panero (1996). *Las dimensiones humanas en los espacios interiores*. México: Editorial Gustavo Gili S.A.

Joffre M. Tapia Paez, (2008). *Metodología para el diseño de una Estación de Transferencia de Residuos Sólidos Urbanos en áreas urbanas*.

Kalesnik, F. y Malvárez, A.I., 1996. *Los bosques secundarios en el Bajo Delta del Río Paraná*. Technical Report. Universidad de Buenos Aires, 30p.

Kalesnik, F., & Kandel, C. (2004). Reserva de Biosfera Delta del Paraná. Formación en educación para el ambiente y el desarrollo. *Editado por UNESCO y Municipalidad de San Fernando*.

Kalesnik, F., Vicari, R., & Iribarren, L. (2013). Delta del Paraná: Historia, presente y futuro.

Kandus, P. (1997). *Análisis de patrones de vegetación a escala regional en el Bajo Delta Bonaerense del Río Paraná (Argentina)* (Doctoral dissertation, Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales).

Kandus, P., & Quintana, R. D. (2016). The Paraná River Delta. *The Wetland Book; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands*, 1-9.

Kandus, P., Morandeira, N., & Schivo, F. (2010). Bienes y servicios ecosistémicos de los humedales del Delta del Paraná. *Wetlands International: Fundación Humedales*.

Kandus, P., Quintana, R. D., & Bó, R. F. (2006). Patrones de paisaje y biodiversidad del Bajo Delta del Río Paraná. Pablo Casamajor Ediciones, Buenos Aires.

Latinoconsult, S. A. (1972). Estudio integral para el desarrollo del delta del Paraná bonaerense. *Buenos Aires: Ministerio de Economía. Oficina de dirección de proyecto*, 3.

Lefèvre, C., Rekik, F., Alcantara, V., & Wiese, L. (2017). *Carbono Orgánico del Suelo: el potencial oculto*. FAO.

Malvárez, A. I. (1997). *Las comunidades vegetales del Delta del río Paraná. Su relación con factores ambientales y patrones del paisaje* (Doctoral dissertation, Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales).

Malvárez, A., 1993. *El Delta del Río Paraná como región ecológica*. En *El Holoceno en la Argentina*. M Iriondo (ed) vol 2 pp 81-93. CADINQUA (INQUA CONICET) Paraná

Malvárez, A.I., 1987. *Informe: Delta. Medio natural regional*. En: Planificación de áreas protegidas. Documentos de trabajo. Convenio APN-CPI. Vol 10. 29pp.

Mazzeo, N. (2012). *Manual para la Sensibilización Comunitaria y Educación Ambiental, Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos*. INTI

Medina, R. A (2016). La evolución del delta del Paraná, Cambios Geomorfológicos recientes (1775-2015).

Medina, R., & Codignotto, J. (2013). Evolución del delta del río Paraná y su posible vinculación con el calentamiento global. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales nueva serie*, 15(2), 191-200.

Menéndez, A. N. y Sarubbi, A. (2007, noviembre). Un modelo para predecir el avance del Frente Delta del Paraná. En Taller de Procesos Morfodinámicos en grandes ríos de tierras bajas, Santa Fe, Argentina.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable (2016). *Observatorio nacional para la gestión de residuos sólidos urbanos*.

Minotti, P. (1988). Fauna acuática. Análisis preliminar de especies presentes, situación y uso. Condicionantes ambientales y bases para la formulación de alternativas productivas y ocupacionales en la Región Delta. *Inf. Téc. UBACyT*, (135).

Minotti, P., Baigún, C., Kandus, P., Quintana, R. D., Borro, M., Schivo, F., ... & Brancolini, F. (2009). Servicios ecosistémicos en la ecorregión del Delta del Paraná: consideraciones sobre usos y tendencias, y criterios para su conservación. Estrategias integradas de mitigación y adaptación a cambios globales.

Minotti, P., Baigún, C., Kandus, P., Quintana, R. D., Borro, M., Schivo, F., ... & Brancolini, F. (2009). Servicios ecosistémicos en la ecorregión del Delta del Paraná: consideraciones sobre usos y tendencias, y criterios para su conservación. *Estrategias integradas de mitigación y adaptación a cambios globales*.

Mujica, F. (1979). Estudio ecológico y socioeconómico del Delta Entrerriano. *Parte I. Ecología. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Paraná*.

Municipalidad de Tigre y Fundación Metropolitana (2012). *Plan de Manejo: Islas del Delta-Tigre*.

Neiff, J. J. (1981). *Panorama ecológico de los cuerpos de agua del noreste argentino*. Simposia VT, Jornadas Argentinas de Zoología (La plata, Argentina).

Neiff, J. J. (1990). Ideas para la interpretación ecológica del Paraná. *Interciencia*, 15(6), 424-441. CORREGIR

Neiff, J. J., & Malvárez, A. I. (2004). Grandes humedales fluviales. *Documentos del Curso Taller Bases Ecológicas para la clasificación e inventario de humedales en Argentina (Al Malvárez y RF Bó, comp.)*. Buenos Aires, 77-85.

O.Huerta, M. López, M. Soliva y M. Zaloña (2008). *Compostaje de Residuos Municipales*, Cataluña.

- Ortega Rodríguez, M. (2001). *Energías Renovables*. Madrid. Ediciones Paraninfo.
- Otero, M. A., & Malvárez, A. I. (2000). Documento base para la incorporación de las islas de San Fernando en el marco de la Red Mundial de Reservas de Biósfera MaB.
- Pasqualino, Jorgelina y Acosta Pabuena, Melvin. (2012). *Biogás: una alternativa energética a partir de los residuos orgánicos*. Bogotá, Colombia. Editorial Agroverde, Tercera Edición.
- Prefectura Naval Argentina. *Estado de los Ríos: Altura de los Ríos*. Tomado de: <https://contenidosweb.prefecturanaval.gob.ar/alturas/>
- Programa de Servicios Agrícolas Provinciales (2009). *Proyecto Sustentable del Delta Bonaerense*. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, Presidencia de la Nación
- Quintana, R. D., & Bó, R. (2010). Caracterización general de la región del Delta del Paraná. *Endicamientos y terraplenes en el Delta del Paraná: Situación, efectos ambientales*, 5.
- Quintana, R. D., Bó, R. F., Astrada, E., & Reeves, C. (2014). Lineamientos para una ganadería ambientalmente sustentable en el Delta del Paraná. *Fundación para la Conservación y el Uso Sustentable de los Humedales, Argentina, Buenos Aires*.
- Quintana, R. D., Bó, R. F., Merler, J. A., Minotti, P. G., & Malvárez, A. I. (1992). Situación y uso de la fauna silvestre en la región del Bajo Delta del río Paraná, Argentina. *Iheringia, Ser. Zool*, 73, 13-33.
- Recolectora del Delta. *Recolección de residuos de las Islas del Delta de Tigre*. Tomado de: <http://www.recolectoradelta.com.ar>
- Red Española de Compostaje. (2016). *Ingeniería y aspectos técnicos de la digestión anaeróbica II*. 4. Madrid: Mundi-Prensa.
- Röben, E. (2003). El reciclaje: oportunidades para reducir la generación de los desechos sólidos y reintegrar materiales recuperables en el círculo económico. *Servicio Alemán de Cooperación Social Técnica*.
- Rojas, A. E., & Saluso, J. H. (1987). Informe climático de la Provincia de Entre Ríos. *Publicación técnica*, 14.
- Román, P., Martínez, M. P., & Pantoja, A. (2013). Manual de compostaje del agricultor. Experiencias en América Latina. FAO.
- Rosato, A. M. (1988). Ganadería, pesca y caza en el Delta Bonaerense. *Desarrollo Económico*, 607-626.

Scagliotti, V. (2013). *Compostaje Domiciliario*. INTI, Neuquén.

Scalo Fluviale, *Transporte, Recogida y Eliminación de Residuos en Venecia*,. Tomado de:
<https://www.scalofluviale.com/servizi/trasporto-smaltimento-rifiuti-venezia/>

Servicio Meteorológico Nacional. *Estadísticas Climáticas de largo plazo*. Tomado de:
<https://www.smn.gov.ar/estadisticas>

Silbert Voldman, V. (2018). *Manual de Buenas Prácticas para producir Compost hogareño*. INTI

Soldano, F. A. (1947). *Régimen y aprovechamiento de la red fluvial argentina*. Editorial cimera.

Sorondo, M. (2014). *Manual de Buenas Prácticas de Manufactura en Plantas GIRSU*, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación.

Strahler, A. N. y A. H. Strahler (1989). *Elements of phisical geography*. John Wiley & Sons. New York. 4th. ed. 562 pp.

Tchobanoglous, G., Theissen, H., & Eliassen, R. (1982). *Desechos sólidos principios de ingeniería y administración*. Serie: Ambiente y los Recursos Naturales Renovables AR-16. Traducción: Armando Cubillos. Mérida, Venezuela.

Tigre Municipalidad. *Delta de Tigre - Tigre Municipio*. Tomado de:
<http://www.tigre.gov.ar/tigre/delta>

Universidad Nacional de San Martín (2017). *Identificación y Evaluación de Impactos Ambientales*. Cátedra Evaluación de Impácto Ambiental, Ingeniería Ambiental.

Vandevivere P., L. De Baere, W. Verstraete (2003). *Tipos de digestores anaeróbicos para residuos sólidos, en Biometanización de la Fracción Orgánica de Residuos Sólidos Municipales*, J. Mata-Alvarez, Editor. Editorial IWA: Barcelona.

Varnero Moreno, M. (2011). *Manual de Biogás*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), Chile.

Varnero, M.T. 1991. *Manual de Reciclaje Orgánico y Biogás*. Ministerio de Agricultura (FIA) – Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Santiago, Chile, 48p.

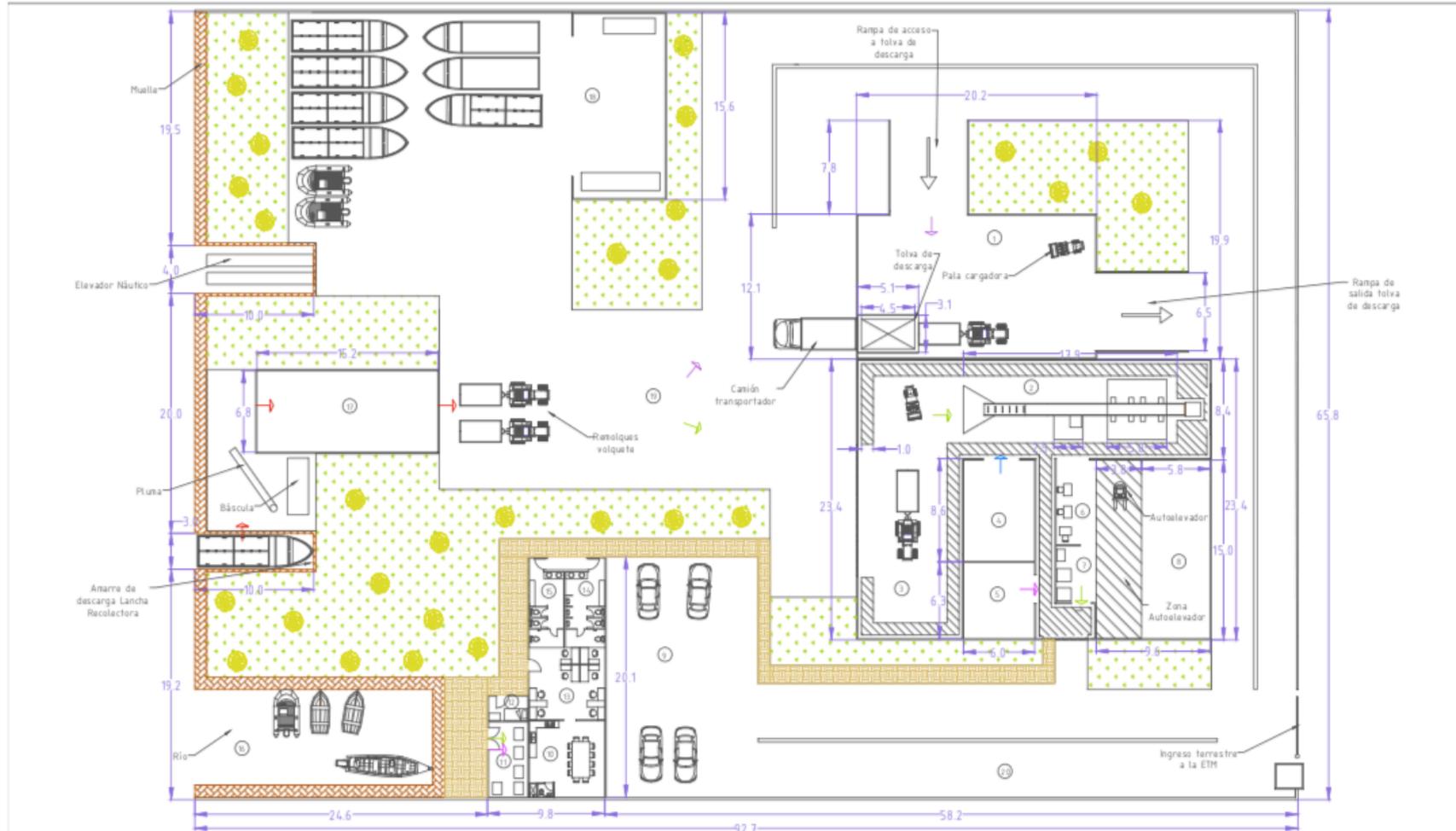
Via Tigre, Mapa Interactivo de Tigre y Delta de Tigre. Tomado de:
<https://www.viatigre.com.ar/tigre/delta/mapa/>

Vögeli, Y., Lohri, C. R., Gallardo, A., Diener, S., & Zurbrügg, C. (2014). *Anaerobic digestion of biowaste in developing countries*. Eawag/Sandec.

Wilson, D. C., Rodic, L., Modak, P., Soos, R., Carpintero, A., Velis, K., y Simonett, O. (2015). *Global waste management outlook*. United Nations Environmental Programme.

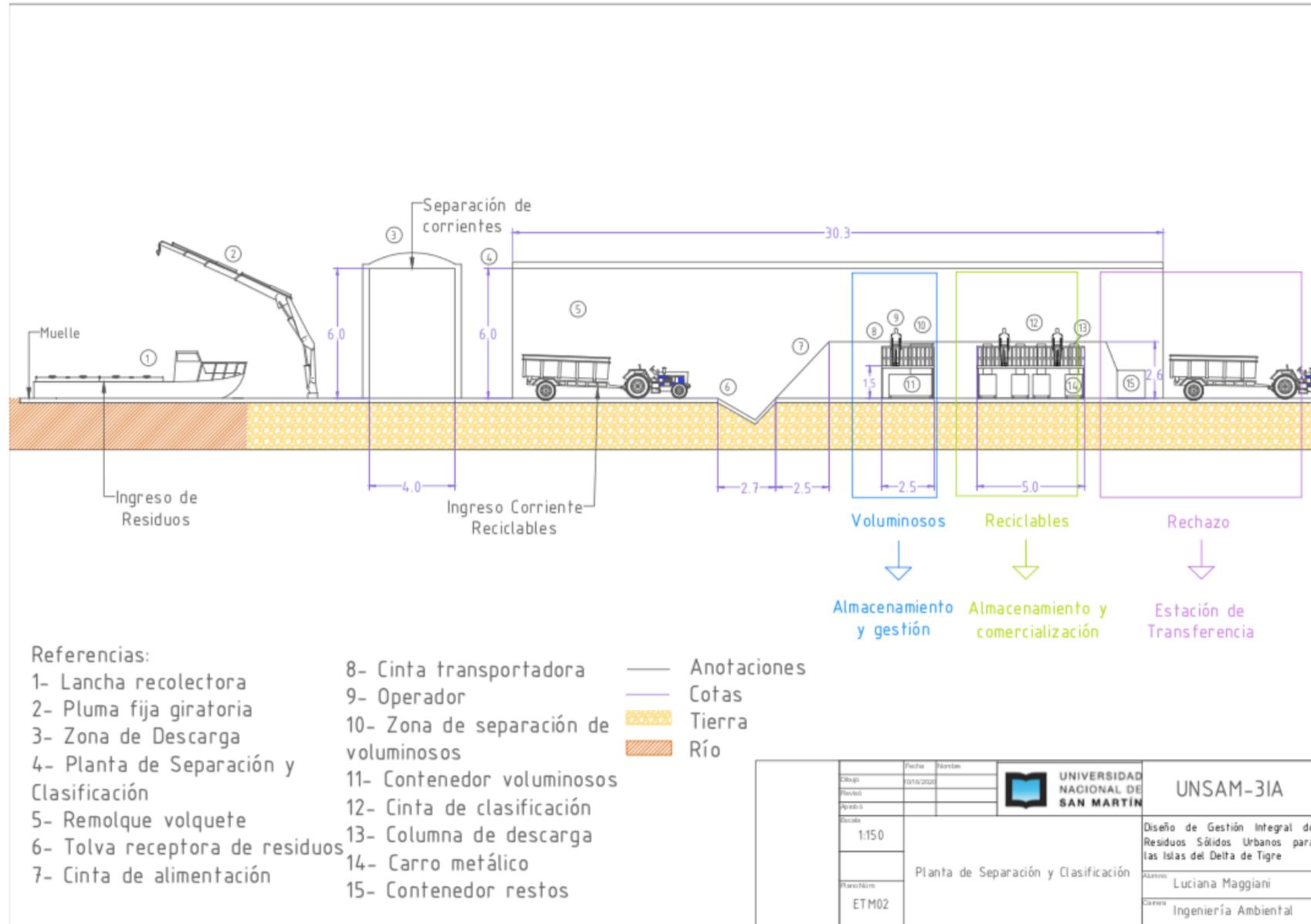
Zafra Mejía, C. A. (2009). Metodología de diseño para la recogida de residuos sólidos urbanos mediante factores punta de generación: sistemas de caja fija (SCF). *Ingeniería e Investigación*.

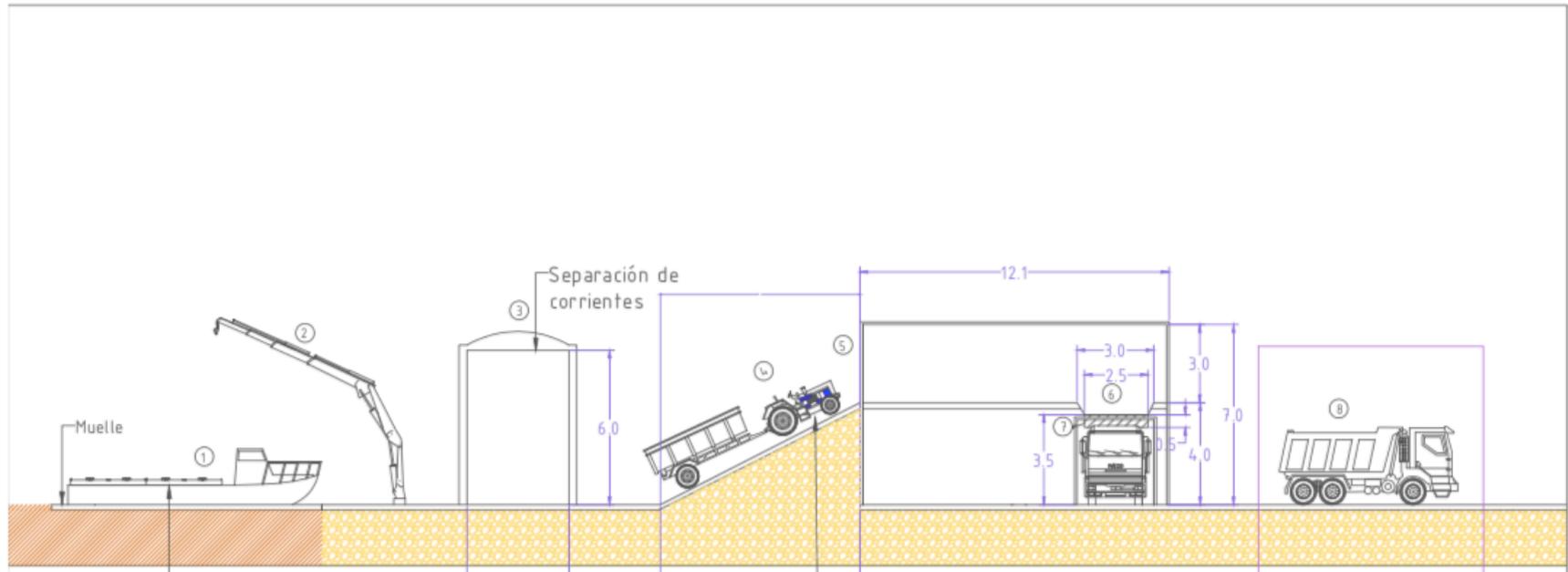
Anexo I – Planos del Proyecto



- Referencias:
- 1- Estación de Transferencia
 - 2- Planta de Separación y Clasificación
 - 3- Playón de Recepción corriente reciclables
 - 4- Almacenamiento voluminosos
 - 5- Almacenamiento residuos especiales
 - 6- Acondicionamiento reciclables
 - 7- Zona de enfardado y triturado de reciclables
 - 8- Zona de almacenamiento fardos
 - 9- Estacionamiento
 - 10- Comedor cocina
 - 11- Punto Verde
 - 12- Enfermería
 - 13- Oficinas
 - 14- Vestuario Hombres
 - 15- Vestuario Mujeres
 - 16- Muelle público
 - 17- Zona de descarga
 - 18- Varadero Lanchas
 - 19- Zona de carga
 - 20- Calles internas
- Cotas
 — Anofaciones
 → Sentido Corrientes Restos y Reciclables juntas
 → Sentido Corriente Reciclables
 → Sentido Corriente Restos
 → Sentido Voluminosos
 → Sentido Residuos Especiales

Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN	UNSAM-31A
Diseño	10/11/2022		
Revisión			
Aprobación			
Escala	1:300	Estación de Transferencia Multiprop.	Diseño de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos para las Islas del Delta de Tigre
Planificación	ETM01		Alumna: Luciana Maggiani Carrera: Ingeniería Ambiental

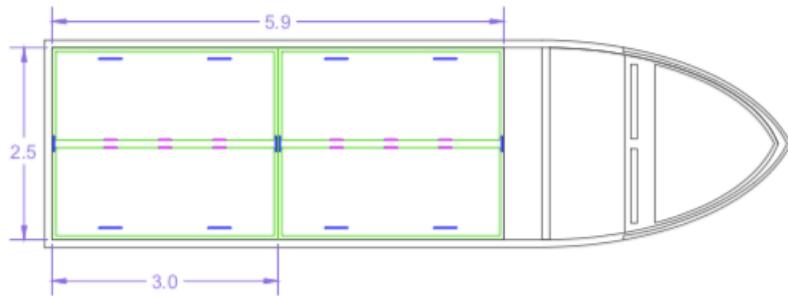




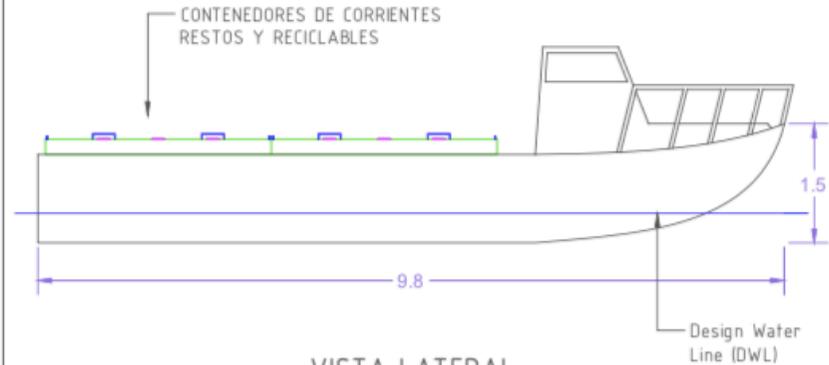
- Referencias:
- 1- Lancha recolectora
 - 2- Pluma fija giratoria
 - 3- Zona de Descarga
 - 4- Remolque volquete
 - 5- Estación de Transferencia
 - 6- Tolva de descarga
 - 7- Cortina de Neopreno
 - 8- Camión volcador transportador

- Anotaciones
- Cotas
- Tierra
- Río

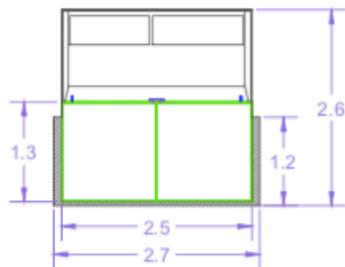
Fecha		Aprobado		UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN	UNSAM-3IA
Cálculo	10/10/2020	Revisado			
Escala		1:150		Estación de Transferencia	Diseño de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos para las Islas del Delta de Tigre
Planificación		ETM03			Alumna: Luciana Maggiani
Número					Carrera: Ingeniería Ambiental



VISTA SUPERIOR



VISTA LATERAL



VISTA TRASERA

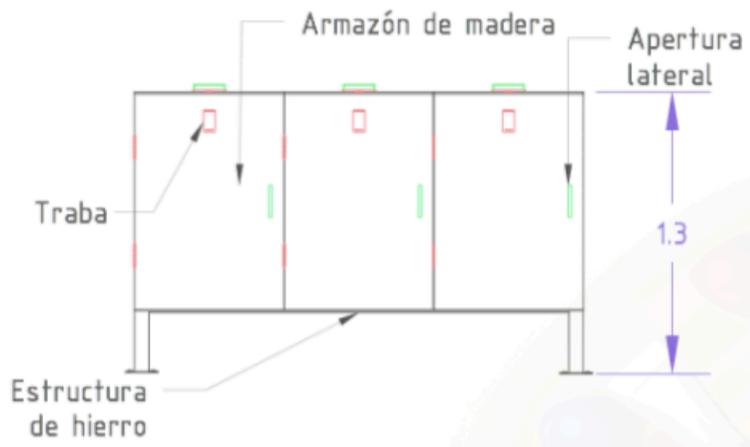
Lancha Recolectora:

- Modelo: 980 Pro Cabin
- Eslora: 9.8 m
- Manga: 2.7 m
- Puntal: 1.1 m

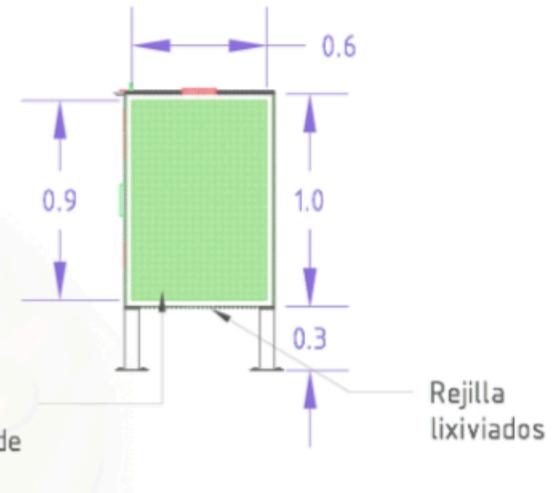
Referencias:

- Cotas
- Anotaciones

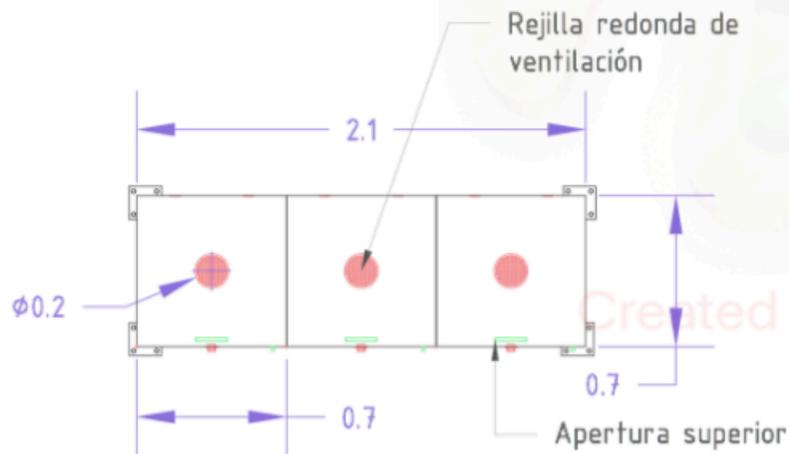
Fecha		Nombre		UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN	UNSAM-3IA
Dibujó		Dibujó			
Revisó		Revisó		Diseño de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos de las Islas del Delta de Tigre	
Aprobó		Aprobó			
Escala		Escala		Alumno: Luciana Maggiani	
1:55		Lancha Recolectora Delta de Tigre		Curso: Ingeniería Ambiental	
Plano Nro		LRDT			



VISTA FRONTAL



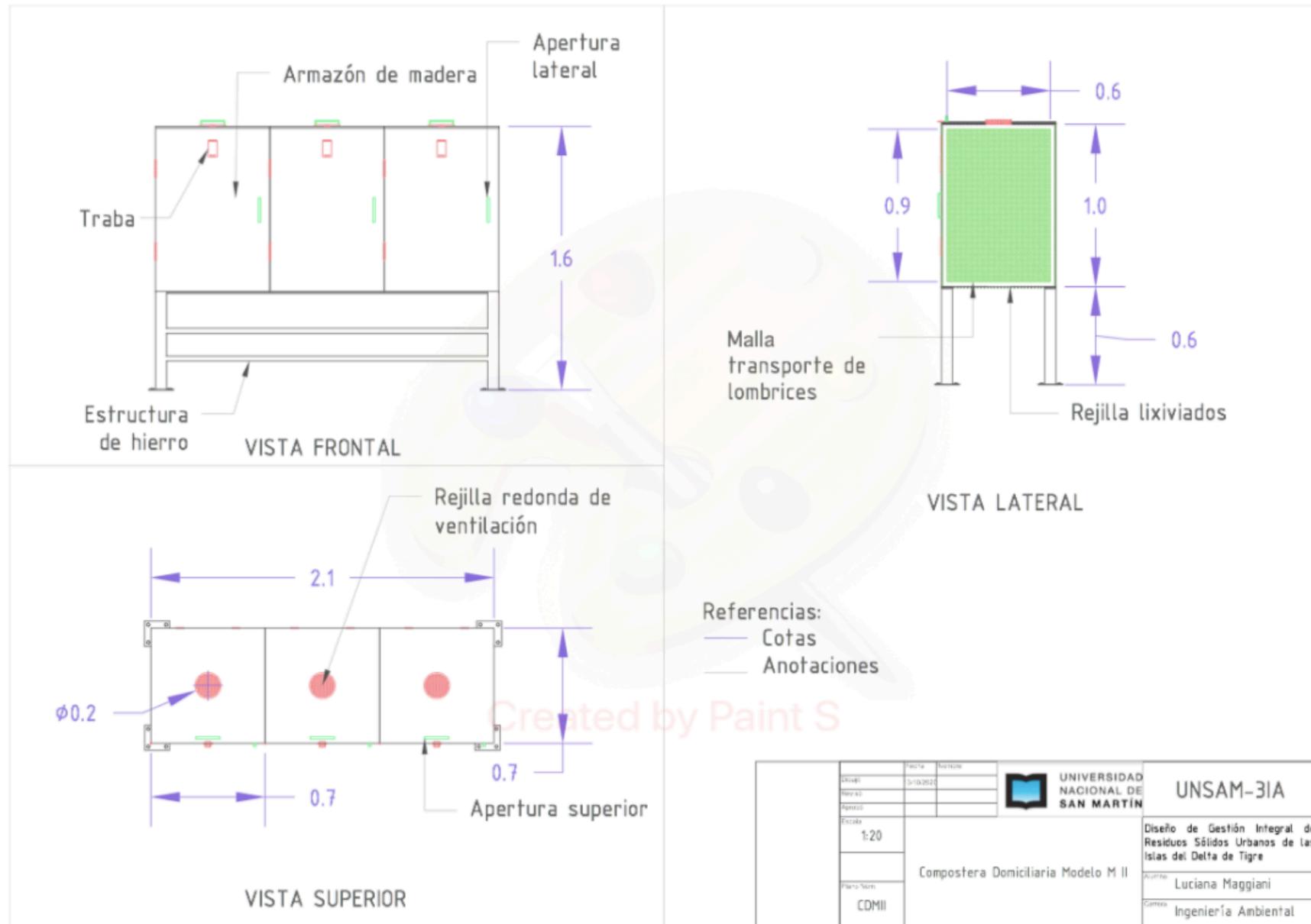
VISTA LATERAL

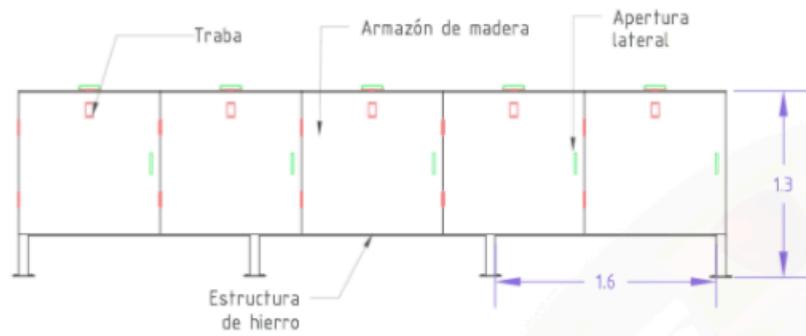


VISTA SUPERIOR

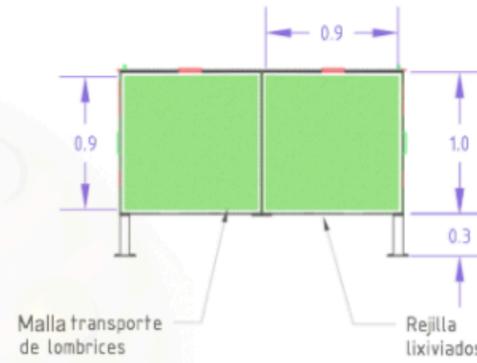
Referencias:
 — Cotas
 — Anotaciones

Fecha		Núm. de		UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN	UNSAM-3IA
Diseño	19/02/20	Revisión			
Escala				Diseño de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos para las Islas del Delta de Tigre	
1:20				Compostera Domiciliaria Modelo M I	
Auto. Núm.				Alumno: Luciana Maggiani	
CDMI				Materia: Ingeniería Ambiental	

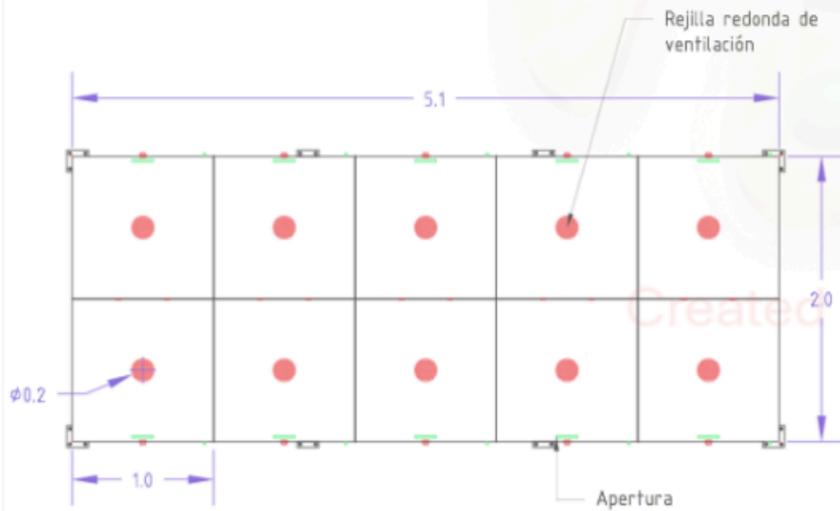




VISTA FRONTAL



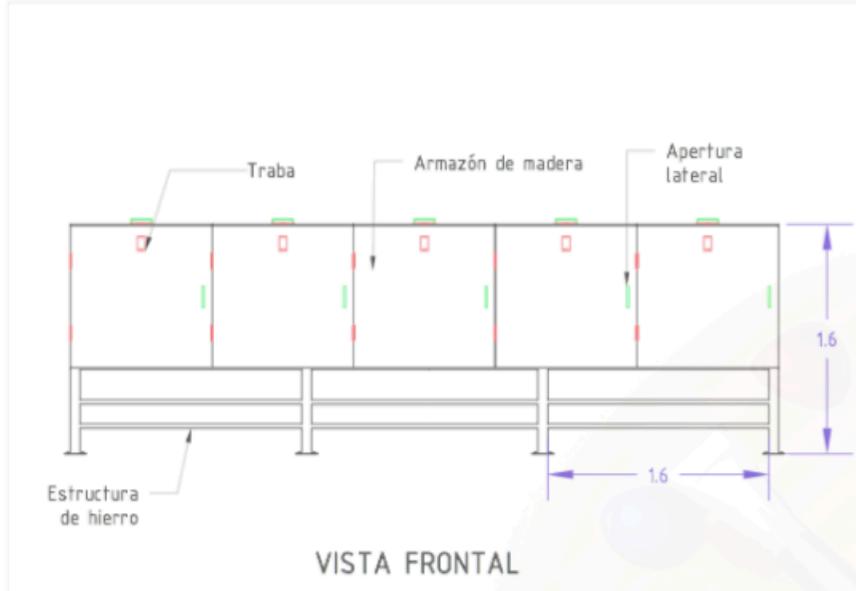
VISTA LATERAL



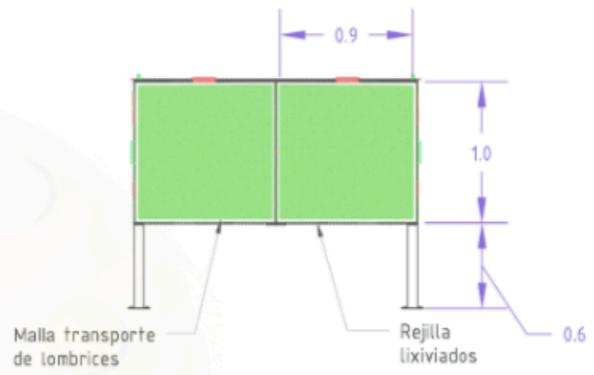
VISTA SUPERIOR

Referencias:
 — Cotas
 — Anotaciones

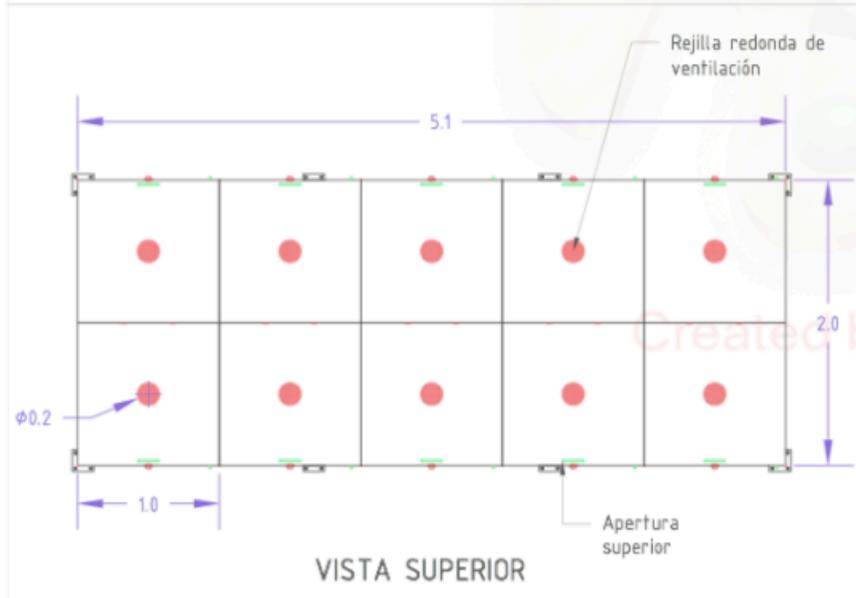
Fecha		Dibujante		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN	UNSAM-3IA
Diseño		Asesor			
Revisión		Aprobación			
Escala		1:30		Diseño de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos para las Islas del Delta de Tigre	
Plano Num.		CDXLI		Autor: Luciana Maggiani	
				Carrera: Ingeniería Ambiental	



VISTA FRONTAL



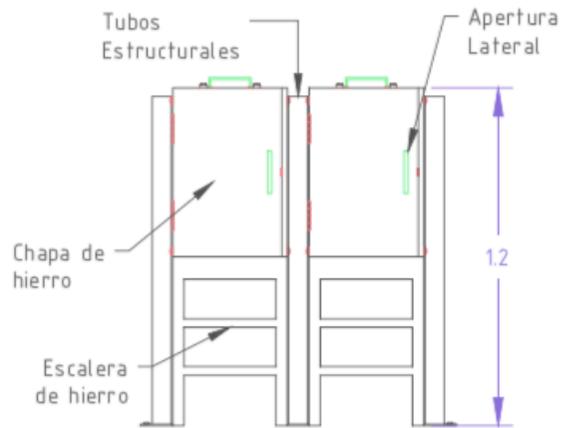
VISTA LATERAL



VISTA SUPERIOR

Referencias:
— Cotas
— Anotaciones

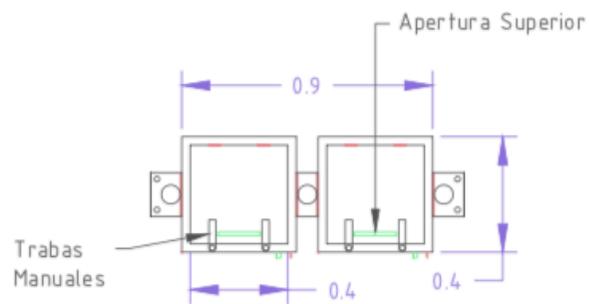
Fecha	Nombre	 UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN	UNSAM-3IA Diseño de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos para las Islas del Delta de Tigre
Diseño	13-02-2020		
Revisión			
Aprobación			
Escala	1:30	Compostera Domiciliaria Modelo XL II	Autora: Luciana Maggiani
Folio No.	CDXLII		Carrera: Ingeniería Ambiental



VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL

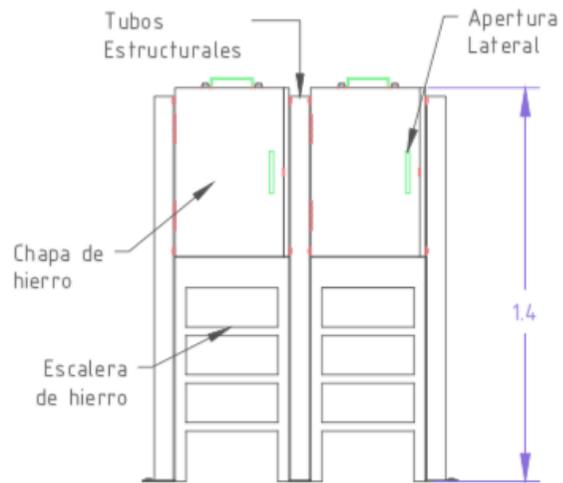


VISTA SUPERIOR

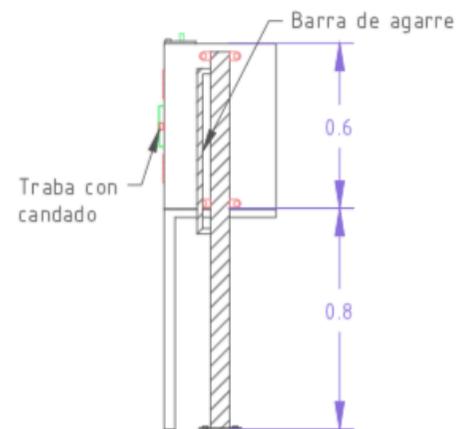
Referencias:

- Cotas
- Anotaciones

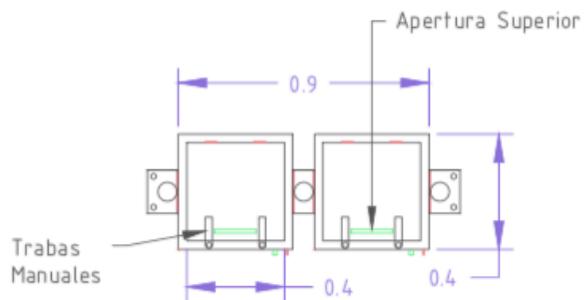
Fecha		Diseño		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN	UNSAM-3IA
Diseño		25/10/2020			
Escala		1:15		Diseño de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos para las Islas del Delta de Tigre	
Proyecto		CPGMI		Cesto Pequeños Generadores MI	
Autor		Luciana Maggiani		Ingeniería Ambiental	



VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL

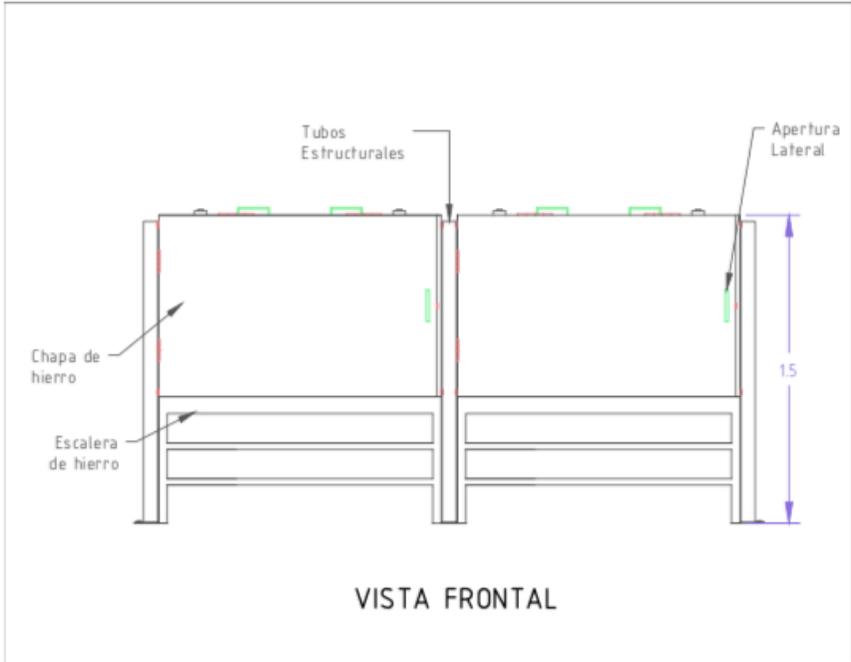


VISTA SUPERIOR

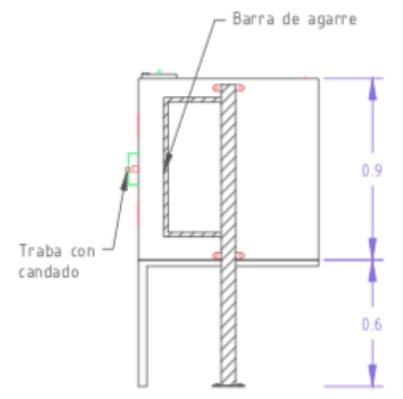
Referencias:

- Cotas
- Anotaciones

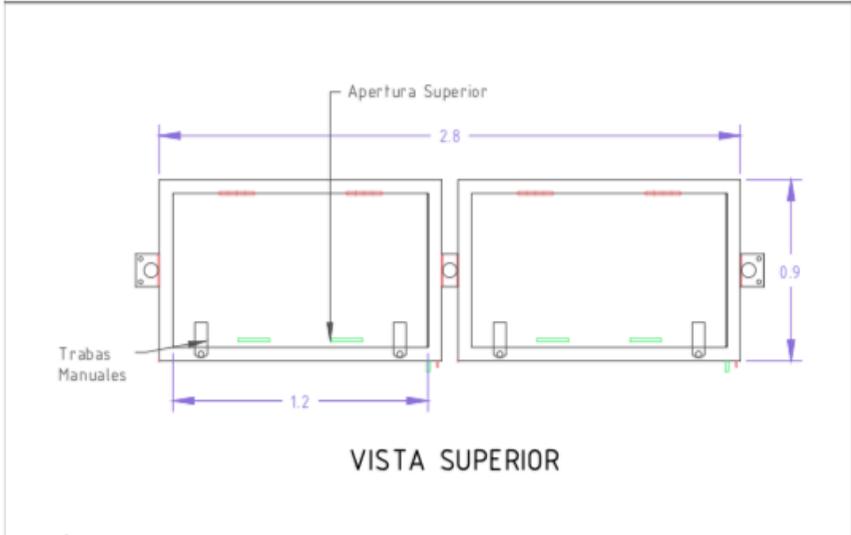
Diseño	—	Revisión		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN	UNSAM-3IA
Revisión					
Fecha	1:15	Cesto Pequeños Generadores Mil			Diseño de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos para las Islas del Delta de Tigre
Proyecto	CPGMII				Alumna: Luciana Maggiani
					Carrera: Ingeniería Ambiental



VISTA FRONTAL



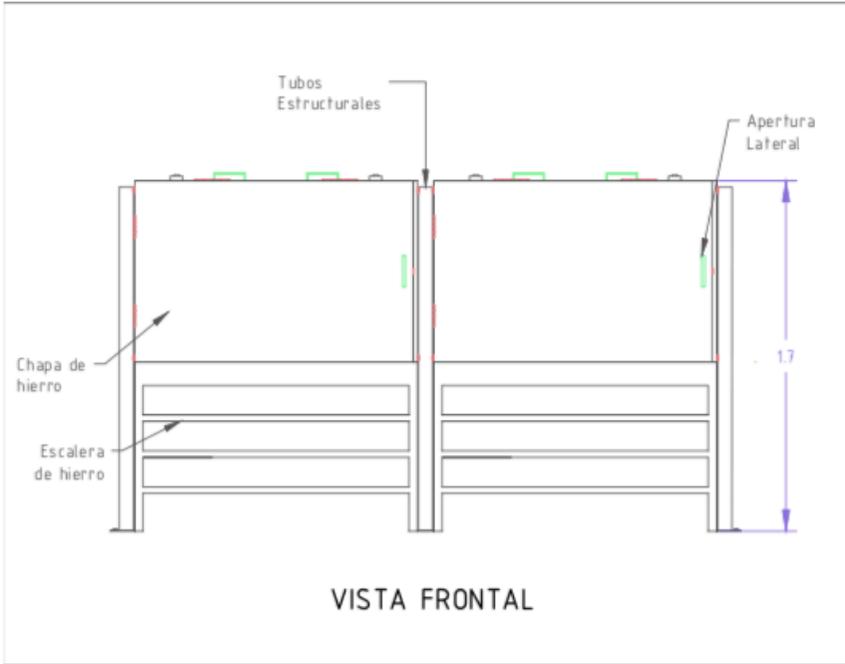
VISTA LATERAL



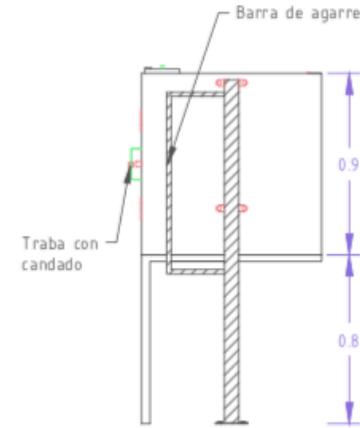
VISTA SUPERIOR

Referencias:
 — Cotas
 — Anotaciones

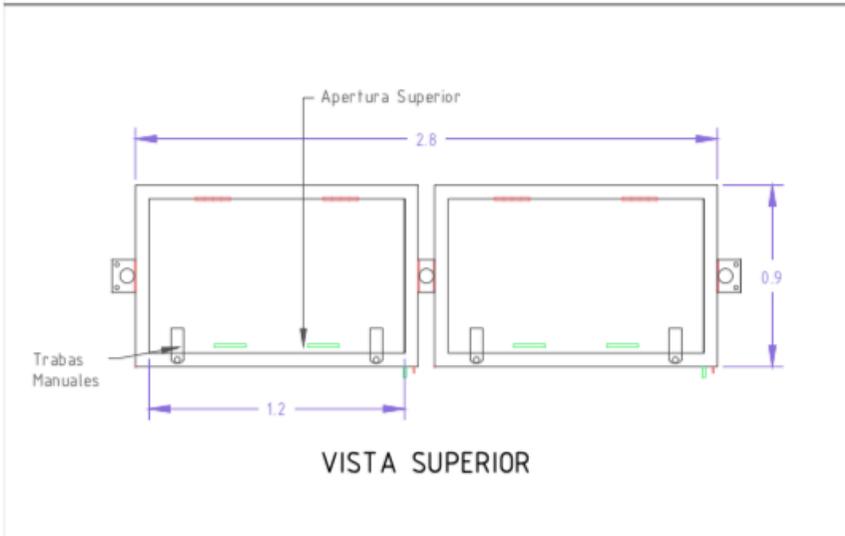
Fecha		Códigos		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN	UNSAM-3IA	
Diseño	25/01/2020					
Revisión						
Aprobado						
Escala	1:20	Cesto Grandes Generadores MI			Diseño de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos para las Islas del Delta de Tigre	
Plano/Nota	CGGMI				Alumna	Luciana Maggiani
					Carrera	Ingeniería Ambiental



VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL



VISTA SUPERIOR

Referencias:

- Cotas
- Anotaciones

Fecha		Evaluado		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN	UNSAM-3IA
Diseño	25/10/2018				
Escrito					
Aprobado					
Escala		1:20		Cesto Grandes Generadores MII	Diseño de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos para las Islas del Delta de Tigre
Escala Pieza		CGGMII			Alumno: Luciana Maggiani
				Carrera: Ingeniería Ambiental	

Anexo II – Encuesta

Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos – Islas del Delta de Tigre

Hola! Este cuestionario es parte de un estudio de investigación sobre la Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos (GIRSU), realizado por la Universidad Nacional de San Martín (UNSAM). Agradecemos enormemente tu participación en el mismo!

Cuántas personas viven en tu hogar? *

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

o más

Sobre qué río/canal/arroyo vivís? *

Texto de respuesta corta

Reciben en tu hogar servicio de recolección de residuos sólidos urbanos (RSU)? *

Si

No

Cuántas veces por semana pasa la lancha recolectora por tu hogar? *

0

1

2

3

4

5

6

7

0 1 2 3 4 5 6 7 8	
<input type="radio"/>	No genero residuos Más de una bolsa por día
¿Qué sistema utilizas para almacenar los residuos hasta ser recolectados ó llevados al continente? *	
<input type="radio"/> Bolsas pequeñas <input type="radio"/> Bolsas grandes <input type="radio"/> Tachos plásticos <input type="radio"/> Tachos metálicos <input type="radio"/> Tachos de madera <input type="radio"/> Otra...	
Si usas bolsas, cómo las dispones para que sean recolectadas? *	
<input type="radio"/> La cuelga/apoyo en el muelle <input type="radio"/> La apoyo sobre la tierra <input type="radio"/> La pongo en el tacho que tengo instalado en el muelle <input type="radio"/> La pongo en el tacho que tengo instalado en la tierra <input type="radio"/> Yo llevo mis residuos al continente <input type="radio"/> No uso bolsa <input type="radio"/> Otra...	
Separas los residuos reciclables? *	
<input type="radio"/> Sí <input type="radio"/> No	
Sabés qué son los RAEE? (residuos de aparatos eléctricos y electrónicos) *	
<input type="radio"/> Sí <input type="radio"/> No	
Cada vez que generas residuos de aparatos eléctricos y electrónicos cómo los dispones? *	
<input type="radio"/> Llamo a la municipalidad y se encarga <input type="radio"/> Lo llevo al continente y lo dispongo allí <input type="radio"/> Lo dejo en la tierra <input type="radio"/> Lo dispongo con el resto de los residuos <input type="radio"/> No los genero <input type="radio"/> No sé que son <input type="radio"/> Otra...	
Sabés que es el Compostaje? *	
<input type="radio"/> Sí, ya hago en mi hogar <input type="radio"/> Sí, pero no lo hago <input type="radio"/> Sí, no hago, pero me gustaría hacer <input type="radio"/> No, pero me gustaría aprender <input type="radio"/> No y tampoco me interesa	
Sabías que en el hogar generamos algunos residuos que son peligrosos para el ambiente y la salud? *	
<input type="radio"/> Sí	

- Reciclables y orgánicos (compost)
- Reciclables, orgánicos y residuos peligrosos (pilas, aceite usado, aerosoles)
- Reciclables, orgánicos, residuos peligrosos y RAEE
- Ninguno
- Otra...

Marcá que tipos de recolección de residuos por parte del municipio existen en tu hogar *

- Recolección de restos (desechos)
- Recolección de reciclables
- Recolección de RAEE
- Recolección de residuos de construcción y demolición
- Recolección de residuos de poda y jardín
- Recolección de residuos orgánicos
- No hay recolección
- Otra...

Qué problemas detectás en la recolección de residuos actual y qué te gustaría mejorar?

Texto de respuesta larga

Te interesa el cuidado del ambiente natural? *

- Sí
- No
- Más o Menos

- No

Sabías que la incorrecta gestión de los residuos también puede afectar nuestra salud? *

- Sí
- No

Te gustaría que tu municipio realice una recolección diferenciada de residuos?

- Sí
- No
- Tal vez