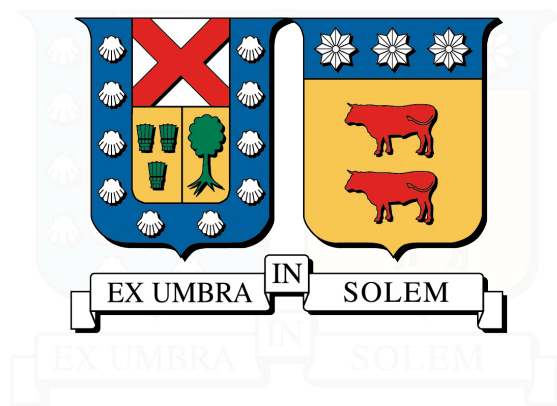


UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
DEPARTAMENTO DE INDUSTRIAS
SANTIAGO - CHILE



ESTUDIO DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS DEL GRAN SANTIAGO

MAXIMILIANO MARDOFF RADDATZ

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL INDUSTRIAL

PROFESOR GUÍA : SR. JAVIER SCAVIA DAL POZZO
PROFESOR CORREFERENTE : SR. JOSE MIGUEL GONZALEZ PAUL

NOVIEMBRE 2016

RESUMEN EJECUTIVO

La gestión de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) es un desafío diario que debe afrontar el sistema de administración municipal, desde los ámbitos de la vida social y personal de los habitantes hasta el recolectar, transportar y disponer estos residuos que representan un importante ítem de costo para la administración, mas aun de una zona densamente poblada, como lo es la Región Metropolitana (RM).

De acuerdo a proyecciones del Instituto Nacional de Estadística para el año 2020 más de 7,7 millones de personas vivirán en la RM, lo que implica directamente un aumento en la cantidad de residuos a generar, si se mantiene la tasa de generación actual. Es por esto que se genera una necesidad de abordar técnica y económicamente esta problemática, con miras a enfrentarlo en el corto plazo. Por esto, se ha propuesto estudiar la gestión de los residuos sólidos urbanos, mediante el análisis de la situación actual, revisión de datos estadísticos, comparación con referentes y cuantificación de brechas, orientado a proponer mejoras y obtener beneficios para este ámbito, en las comunas del Gran Santiago.

De acuerdo a lo ampliamente estudiado en referencias de otros países, dentro de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE), se observa un patrón de política pública que ha sido impulsado desde los gobiernos centrales, mayoritariamente como obligaciones hacia las administraciones municipales y, vía precios o incentivos, hacia el mundo privado. Es así como en un espacio de tiempo de 15 años han logrado revertir su tendencia de alza de producción per capita de RSU, a través de líneas de acción como Responsabilidad Extendida del Productor, infraestructura robusta para el reciclaje, separación en origen y una fuerte orientación hacia la educación de los ciudadanos respecto de los beneficios de este sistema. Otra línea de acción estatal fue desincentivar la disposición de residuos en rellenos sanitarios, quienes se vieron en la obligación de aumentar los precios de recepción de residuos con tal de mantener una vida útil. Además, para los residuos que son inevitablemente generados se han dispuesto de modernas plantas de transformación a energía eléctrica y térmica (waste-to-energy).

En global, el concepto de economía circular ha permitido a la mayoría de los países de la OCDE obtener mejoras sustanciales en producción y gestión de residuos, donde lo central es el entender que no existen residuos sino que cada uno es materia prima de un nuevo o distinto proceso. Asimismo, este ciclo incentiva a la minimización de pérdida de materia prima en los sistemas, muy en línea con la Responsabilidad Extendida del Productor, que debe reducir la generación de residuos en su procesos productivo para evitar sobre costos en la gestión y recuperación de estos, lo que le quitaría ventaja competitiva.

Las propuestas presentadas se adhieren a estos conceptos, mediante un plan de implementación en distintos plazos. El eje central se pone en la reducción de RSU, a través de la implementación y ejecución de la Ley REP y el desarrollo de un inventario de RSU a nivel país. Ambas iniciativas permiten definir líneas bases de producción de RSU y metas de reducción. Además, se pone en cuestión el tema financiero, proponiendo un cambio en la forma y frecuencia de pago de los servicios de recolección y disposición desde el usuario final hacia el administrador, a través de la incorporación del pago de esta cuota en una utility de baja morosidad, como lo es el agua potable o la electricidad. Esto será un cambio importante para aumentar la recaudación para el sistema y poder realizar mejoras. También, se debe evaluar la conveniencia económica de gestionar la recolección y disposición de RSU como un agregado metropolitano, que permitiría economías de escala para los costos e, incluso, podría permitir generar importantes inversiones si fuera un monopolio regulado, como el caso del agua, para avanzar rápidamente. Incluso, se aprecia a nivel de perfil que la generación de energía tipo waste-to-energy sería económicamente viable para la Región Metropolitana.

Finalmente, se enmarcan las iniciativas presentadas dentro de una política pública, con un horizonte propuesto de planeación de al menos 10 años, que requerirá de una fuerte componente de estructura organizativa y presupuestaria desde el gobierno central. Se recomienda generar una Hoja de Ruta país para delinear las acciones a largo plazo; incorporar a la academia y generar instancias de discusión e innovación en la creación de un hub tecnológico dedicado al proceso de RSU a gran escala, donde el mundo privado, las entidades académicas y las civiles puedan desarrollar soluciones sustentables en esta materia.

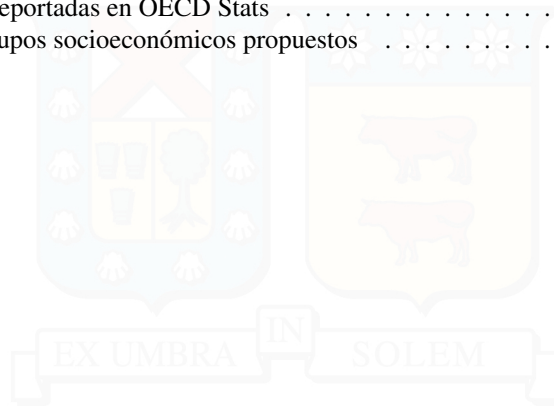
Palabras Clave. Residuos Sólidos Urbanos, Gestión, Política Pública, Economía Circular.



Índice de Contenidos

1. ANTECEDENTES Y DESCRIPCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA	1
1.1. La generación de Residuos Sólidos Urbanos.	2
1.2. Demografía de la Región Metropolitana.	2
1.3. Proyecciones de crecimiento y la problemática	3
1.4. Objetivos del Estudio	4
1.4.1. Objetivo General	4
1.4.2. Objetivos Específicos	4
2. MARCO TEÓRICO	5
2.1. Principales estadísticas de RSU en el país	5
2.2. Demografía del Gran Santiago	5
2.3. Caracterización por fracciones de tipo residuos.	7
2.4. Disposición de los RSU	7
2.4.1. Rellenos Sanitarios	10
2.4.1.1. Relleno Sanitario Loma Los Colorados (RSLLC).	10
2.4.1.2. Relleno Sanitario Santa Marta (RSSM).	10
2.4.1.3. Relleno Sanitario Santiago Poniente (RSSP).	11
2.4.1.4. Relleno Sanitario Cerros La Leona (RSCLL).	11
2.4.1.5. Vertedero Controlado de Popeta (VCP)	11
2.4.2. Puntos de Reciclaje	13
2.4.3. Vertederos ilegales de residuos sólidos y Micro basurales.	13
2.5. Gestión Estatal actual: historia, organismos y políticas.	13
2.5.1. Descripción Histórica de la gestión de RSU.	14
2.5.2. Organización Política-Administrativa actual.	16
2.5.3. Normativa aplicable	18
3. DESARROLLO DE LA TEMÁTICA	23
3.1. Estudio de referentes en la gestión de RSU.	23
3.1.1. Indicador de similitud.	25
3.1.2. Experiencia en países desarrollados.	28
3.2. Propuestas para la mejora de la gestión de RSU del Gran Santiago.	33
3.2.1. Gestión Técnica.	33
3.2.1.1. Creación de una Base de Datos de RSU generados a nivel país.	33
3.2.1.2. Reducción de la producción de RSU.	34
3.2.1.3. Formación de Capital Humano.	35
3.2.2. Gestión de Costos.	36
3.2.2.1. Servicio agregado.	36
3.2.2.2. Mejora de Recaudación Financiera.	37
3.2.3. Desarrollo Tecnológico.	38
3.2.3.1. Separación en Origen.	38
3.2.3.2. Producción de Energía: concepto waste-to-energy.	40

3.2.4. Gestión y seguimiento de la Política planteada.	42
4. CONCLUSIONES	45
5. REFERENCIAS	47
A. ANEXOS	51
A.1. Ciudades de países OCDE reportadas en OECD Stats	51
A.2. Países que componen los grupos socioeconómicos propuestos	57



Índice de Tablas

1.1. Disposición final de residuos sólidos municipales según región, periodo 2007 [Pleaseinsertintopreamble] 2011. <i>Fuente: Ministerio del Medio Ambiente, 2015.</i>	3
1.2. Población del Gran Santiago, periodo 2007-2020. <i>Fuente: Elaboración propia en base a datos INE, 2015</i>	4
2.1. Cantidad de RSU generados por región, periodo 2007-2011 e Indicador RSU per cápita día. <i>Fuente: elaboración propia en base a datos INE, 2015</i>	6
2.2. Población de Chile 2007-2020, por Región. <i>Fuente: Elaboración propia en base a datos publicados INE</i>	7
2.3. Ingresos medios mensuales y fracción de la población bajo la línea de la pobreza, por comunas del GS. <i>Fuente: elaboración propia a partir de Encuesta CASEN 2013</i>	8
2.4. Disposición de RSU por comunas y por Relleno Sanitario, al año 2013. <i>Fuente: elaboración propia en base a Reporte sobre la Gestión de Residuos Sólidos 2014 en la RM.</i>	12
3.1. PIB de grupo de países y su índice de generación de RSU promedio, per cápita. <i>Fuente: Hoornweg & Bhada-tata, 2012</i>	24
3.2. Nivel de recolección de RSU según ingresos per cápita. <i>Fuente: Hoornweg & Bhada-tata, 2012</i>	25
3.3. Valores macroeconómicos de países de la OCDE y variables de interés para análisis de comparación. <i>Fuente: elaboración propia en base a OECD.stats, año 2015</i>	26
3.4. Ciudades de los países de la OCDE y variables de interés para análisis de comparación. <i>Fuente: elaboración propia en base a OECD.stats</i>	27
3.5. Resultados ciudades similares a Santiago, indicador con cálculo de f2 con dos variables. <i>Fuente: elaboración propia en base a datos OECD.stats</i>	28
3.6. Resultados ciudades similares a Santiago, indicador con cálculo de f2 con dos variables. <i>Fuente: elaboración propia en base a datos OECD.stats</i>	29
3.7. Propuesta de Gestión Técnica-Base de Datos	34
3.8. Propuesta de Gestión Técnica-Reducción de la producción de RSU	35
3.9. Propuesta de Tratamiento de RSU a nivel agregado	36
3.10. Propuesta de mejora en la recaudación	38
3.11. Valores considerados para costo medio de inversión y OyM de una Planta WtE. <i>Fuente Martinez-Sanchez et al. (2016)</i>	41
3.12. Base para cuadro de mando de estrategia de implementación de política pública orientada a la mejora en la gestión de RSU en RM	44



Índice de Figuras

2.1. Composición de RSU domiciliario según grupo socioeconómico, invierno. Fuente: Estudio Caracterización de residuos sólidos domiciliarios en la Región Metropolitana, Conama, 2006.	9
2.2. Gráfico de la composición de RSU comercial según grupo socioeconómico, invierno. Fuente: Estudio Caracterización de residuos sólidos domiciliarios en la Región Metropolitana, Conama, 2006.	9
3.1. Evolución de la disminución de RSU generados en la ciudad de Berlín, periodo 1992-2012. Fuente: Berlin Senate Department for Urban Development and the Environment, 2013. . . .	31
3.2. Distribución por tipo en los RSU de Berlín. Fuente: Berlin Senate Department for Urban Development and the Environment, 2013.	32



1 | ANTECEDENTES Y DESCRIPCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA

La gestión de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) es un desafío diario que debe afrontar el sistema de administración municipal. Como parte de esto, son muchos los ámbitos de la vida social y personal de los habitantes de una región: salud, medio ambiente, orden, seguridad, entre otros; con los cuales se debe lidiar y satisfacer. Por otra parte, recolectar, transportar y disponer estos residuos representan un importante ítem de costo para la administración de una zona densamente poblada, como lo es la Región Metropolitana (RM).

De acuerdo a proyecciones del Instituto Nacional de Estadística (INE, 2015) para el año 2020 más de 7,7 millones de personas vivirán en la RM, lo que implica directamente un aumento en la cantidad de residuos a generar, si se mantiene la tasa de generación actual. Hoy la gestión de RSU, realizada a través de distintos organismos estatales, debe tener un giro en su accionar para poder aplicar modelos eficientes de gestión que permitan soportar las cargas futuras de manera sustentable, es decir, desde una óptica económica, social y medioambiental.

Para entregar una base de la problemática que se busca solucionar respecto de los residuos sólidos domiciliarios, o de la solución actual que se busca optimizar, se debe comprender en detalle cómo funciona hoy, cuáles son los objetivos y metas que se buscan y luego generar un plan de acción que permita alcanzar esos objetivos planteados. Por esto, se debe dedicar buena parte de los esfuerzos para completar este trabajo en el diagnóstico de la situación actual, entendiendo diagnóstico como la búsqueda y análisis de datos para evaluar problemas; ya que, cómo se entienda la situación actual se desencadenarán todas las acciones que permitan encontrar oportunidades de mejora y a la vez, determinará una línea base contra la cual se podrán contrastar los resultados de la ejecución de estas potenciales acciones de optimización.

Para el caso particular de la gestión de RSU se deben encontrar fuentes de información que permitan analizar el comportamiento pasado y presente, además de poder proyectar, en función de sus tendencias, hacia un futuro próximo; mediante diversas herramientas que se discutirán en su momento. Los datos que se requieren, se deben buscar en organismos que representen al menos las siguientes dos fuentes de información: datos censales de la población y datos operacionales de la generación, transporte y disposición de los RSU.

De manera ideal, para comenzar a esbozar un análisis completo de la situación actual de la gestión de RSU, al referirse a datos censales de la población, se abarcan al menos:

- Número de habitantes en una región o superficie determinada,
- Una segregación por niveles de ingreso de esa población,
- Una clasificación etaria,
- Una distribución de los segmentos de la población en la región o superficie, y
- Una clasificación de dónde viven esas personas,

De la misma forma, respecto a los datos operativos del ámbito RSU, se necesitan al menos:

- Cantidad de RSU generados en esa región o superficie,
- Clasificación de los RSU,
- Medios de captación de la generación,
- Medios de transporte,
- Medios de disposición, y
- Clasificación de los tipos de disposición.

Por otra parte, se debe realizar una búsqueda de la información de mayor nivel jerárquico que la recién mencionada, vale decir, la información que permite conocer cuáles son las reglas del juego de la gestión de RSU, cómo se articulan y qué fijan como objetivos o metas, si es que los hay, de manera documental legal y oficial. Con esto se hace referencia a cuál es el estado actual de la normativa legal que se aplica a este ámbito de la economía; quiénes son los actores relevantes y secundarios de la gestión de RSU, como ministerios, municipalidades, empresas privadas, intermediarios, Organismos No Gubernamentales (ONG), asociaciones gremiales, juntas de vecinos o comunidades de edificios; cómo es la gestión del negocio de los RSU, entendida como tipo y horizontes de contratos, costos, participaciones de mercado, clientes, usuarios; cuál es el aporte de este sector económico en términos de bienestar, medio ambiente, innovación, capacitación, seguridad social o salud, ámbitos que no siempre se encontrarán explícitos en documentos, pero que deben ser inferidos a través del análisis de la información.

Se mencionaron anteriormente dos importantes conceptos que podrían no ser fácilmente asociados en un principio a ser aplicables a este tipo de servicio, el de RSU: este es un sector económico y es un negocio. Es parte de un sector económico, de acuerdo a la definición del sector terciario o de servicios (Kenessey, 1987) que engloba todas aquellas actividades económicas que no producen bienes materiales de forma directa, sino servicios que se ofrecen para satisfacer las necesidades de la población. En este caso, varias necesidades son atendidas, como lo es la salud y un ambiente limpio y ordenado. Además es un negocio, porque se transa un servicio o producto en un mercado, con la consecuente obtención de beneficios para el vendedor y el comprador.

1.1. La generación de Residuos Sólidos Urbanos.

Se entenderá por Residuos Sólidos Urbanos, RSU, todos los residuos que se generan en los hogares como resultado de la eliminación de los materiales que se utilizan en las actividades domésticas; así como también los que provienen de establecimientos o la vía pública, o los que resultan de la limpieza de las vías o lugares públicos y que tienen características como los domiciliarios (Comisión Nacional del Medio Ambiente, 2010). Estos no contemplan: residuos líquidos, desechos radioactivos, fuentes de radiación ni residuos catalogados como peligrosos de acuerdo a normativa nacional vigente. Por otra parte, deben cumplir la característica de que su manejo y control es competencia de las autoridades municipales.

Para dimensionar la problemática de la generación de RSU y porqué se ha seleccionado el Gran Santiago, se muestran en Tabla 1.1 las cantidades de residuos generados en cada región de Chile, entre los años 2007-2011, dado que es la última información disponible en el Informe Anual Medio Ambiente INE (Agacino, 2015), donde se puede apreciar la magnitud de la generación de RSU en la Región Metropolitana, alcanzando las 2.885 miles de toneladas, que representan el 47 % de la generación total del país. Esto aún cobra más relevancia cuando se conjuga con que la RM se adjudica solo el 2 % de la superficie total del país, que la convierte en la más densa en población y la más densa en generación de residuos, por consecuencia.

1.2. Demografía de la Región Metropolitana.

Dado que la generación de RSU tiene una relación con las características demográficas de las personas y de cada tipo de ciudad (Martínez & Vallejos, 2012) es que los datos a recopilar deben estar sujetos a una

Tabla 1.1: Disposición final de residuos sólidos municipales según región, periodo 2007 – 2011. *Fuente: Ministerio del Medio Ambiente, 2015.*

	2007	2008	2009	2010	2011
Total	5.492,9	5.608,0	5.779,5	5.935,7	6.142,4
Arica y Parinacota	71,4	69,7	66,3	57,6	52,7
Tarapacá	80,5	85,6	84,6	91,1	97,9
Antofagasta	188,3	192,8	199,3	205,1	212,3
Atacama	89,5	94,2	91,2	91,5	91,8
Coquimbo	240,9	246,1	238,1	229,8	224,5
Valparaíso	591,6	606,7	626,9	637,1	655,1
Metropolitana	2.624,3	2.607,9	2.687,7	2.763,4	2.885,3
O'Higgins	252,0	241,5	252,3	267,1	305,0
Maule	204,2	241,7	264,4	286,3	282,7
Biobío	553,4	596,7	609,2	618,2	637,7
La Araucanía	190,5	193,9	198,3	201,6	205,6
Los Ríos	111,3	118,2	120,4	127,7	135,0
Los Lagos	200,7	218,9	228,5	234,9	227,7
Aysén	32,6	34,8	40,4	45,7	48,7
Magallanes	61,7	59,3	71,9	78,6	80,4

región o una superficie definida. Para los efectos prácticos de este análisis, se ha definido como área de interés la Región Metropolitana de Chile, más en específico las comunas de la Provincia de Santiago, que, compuesta por 32 comunas, concentra el 76 % de la población regional (Instituto Nacional de Estadísticas de Chile, 2013). Estas comunas son: Cerrillos, Cerro Navia, Conchalí, El Bosque, Estación Central, Huechuraba, Independencia, La Cisterna, La Florida, La Granja, La Pintana, La Reina, Las Condes, Lo Barnechea, Lo Espejo, Lo Prado, Macul, Maipú, Ñuñoa, Pedro Aguirre Cerda, Peñalolén, Providencia, Pudahuel, Quilicura, Quinta Normal, Recoleta, Renca, San Joaquín, San Miguel, San Ramón, Santiago y Vitacura.

Cabe destacar que la decisión de acotar el estudio a estas comunas, responde a varios factores. Primero, todas estas comunas tienen carácter de zonas urbanas, es decir, tienen un nivel de desarrollo de infraestructura común, aun con sus diferencias de desarrollo entre ellas, pero que las separan de las zonas rurales, como acceso a electricidad, agua potable, alcantarillado, tipo de vivienda y otras variables; por lo que se podrá tratar como un solo conjunto o una gran ciudad, dados los niveles de conexión entre las comunas.

Dentro del estudio estadístico de las personas habitantes de la región, se debe considerar además, por estrato socioeconómico, ya que se pueden encontrar diferencias importantes en la composición de los residuos en función de esta variable seleccionada (Concha, 2003). Esta segmentación de los usuarios finales permitiría una gestión más eficiente de los residuos, en vista de poder enfocar de distintas maneras la recolección y destino de estos. De la misma manera, otra arista de las diferencias socioeconómicas pueden ser los modelos de rutas y tiempos de servicio, ya que las infraestructuras disponibles en cada tipo de comunas afectarán las rutas óptimas de recolección y transporte, siendo que los puntos de acopio temporal estén más fácilmente disponibles o menos accesibles desde la ruta (Lima, Lobato, Leal, & Lima, 2015); e, incluso, asociando un nivel educacional distinto y el nivel subjetivo de compromiso con el medio ambiente, podrían resultar distintas optimizaciones, dada la disposición, capacidad y compenetración con el reciclaje de residuos (Vásquez, 2005).

1.3. Proyecciones de crecimiento y la problemática

En Tabla 1.2 se muestran las tasas de crecimiento entre periodos para las comunas del Gran Santiago, que indican un crecimiento constante dentro de esta gran urbe y al alza entre periodos, lo que significará directamente, mayor generación de residuos netos ante la mayor población que vivirá en la misma zona.

Tabla 1.2: Población del Gran Santiago, periodo 2007-2020. *Fuente: Elaboración propia en base a datos INE, 2015*

	2007	2008	2009	2010	2011	2015	2020
Total Gran Santiago, miles de habitantes	5.071	5.123	5.178	5.232	5.287	5.507	5.764
Tasas de Crecimiento entre periodos, %		1,0	1,1	1,1	1,0	4,2	4,7

A esto se le debe agregar el efecto de la densificación, dado que las áreas donde vivirán estas personas proyectadas al 2020 no aumentarán; lo que podría significar una fuerte problemática para la gestión de estos residuos.

Un factor relevante a considerar en esta problemática planteada del aumento en la cantidad de residuos a ser generados en el futuro cercano, será la gestión de los costos, ya que dependiendo de cómo crece la ciudad, de cómo se densifica y de cuáles sean las políticas públicas impulsadas, dependerán los niveles costos de costos (Greco, Allegrini, Del Lungo, Gori Savellini, & Gabellini, 2015), tanto para los clientes del sistema, las municipalidades; como para los usuarios finales, que son los habitantes del Gran Santiago.

1.4. Objetivos del Estudio

1.4.1. Objetivo General

Estudiar la gestión de los residuos sólidos urbanos, mediante el análisis de la situación actual, revisión de datos estadísticos, comparación con referentes y cuantificación de brechas, orientado a proponer mejoras y obtener beneficios para este ámbito, en las comunas del Gran Santiago.

1.4.2. Objetivos Específicos

Estudiar los datos demográficos de las comunas en cuestión, mediante análisis estadístico, para conocer el estado actual y futuro de la población y de la generación de residuos sólidos urbanos.

Proponer nuevas formas de gestión para los servicios de recolección y disposición, mediante elementos comparativos, con el fin de generar beneficios económicos al sector.

Desarrollar una propuesta de política pública, considerando las experiencias internacionales exitosas, para mejorar la gestión tanto técnica como administrativa de los residuos sólidos urbanos en el Gran Santiago

2 | MARCO TEÓRICO

2.1. Principales estadísticas de RSU en el país

De acuerdo a las poblaciones de cada región tabuladas anteriormente y la cantidad de residuos, se obtiene un primer indicador de generación de RSU que es la cantidad de residuos per cápita diario que se genera. Este indicador servirá a posteriori para el análisis y comparación con otras economías, a modo de benchmark. En la Tabla 2.1, se muestra la cantidad de residuos generados desde 2007-2011 en las regiones del país, la tasa de crecimiento/decrecimiento y el indicador RSU per cápita día, en base a los residuos generados en el año 2011.

De acuerdo a esta estadística se puede apreciar que la región que posee mayor generación de RSU es la Metropolitana, ya que analizando más de cerca a la XI y XII estas son regiones que poseen una baja cantidad de habitantes, por lo que sube su indicador específico fuertemente. Cabe destacar que, dado que la estadística disponible es del año 2011, no se aprecia como un valor tan alto el 1,13 kgRSU/háb/día, pero este de seguro que aumentará en los años venideros, sobre todo por una mejora de las condiciones económicas de la población y el crecimiento económico del país.

De todas maneras se observa que, relativamente, la Región Metropolitana es lejos la que posee el indicador per cápita más alto del país.

2.2. Demografía del Gran Santiago

Para conocer qué tipo de personas habitan estas comunas y la cantidad, cuáles son sus características y cómo se pueden segmentar para, finalmente, comprender el comportamiento de la sociedad que habita el Gran Santiago, es que se hace necesario un exhaustivo análisis de datos censales y demográficos.

Toda la información que se presenta en este estudio es obtenida desde los datos censales presentados por el Instituto Nacional de Estadísticas (INE). Cabe destacar que el último Censo que se llevó a cabo fue el año 2012, pero sus datos no están disponibles para público debido a ciertos problemas en la toma de datos y su posterior tratamiento. De acuerdo a lo expuesto por el Sub Departamento de Demografía y Vitales del INE:

“Debido a la falencia del levantamiento 2012, el INE elaboró una actualización de la población urbano-rural del país y regiones para el periodo 2002-2012 y una proyección de población de corto plazo que comprende el periodo 2013-2020 (...) La información básica utilizada para la elaboración de la actualización de las proyecciones de población urbano-rural, a nivel país y regiones, proviene principalmente de los registros de estadísticas vitales (nacimientos y defunciones). El componente migratorio internacional e interno se obtuvo siguiendo las tendencias del periodo de la actualización 2002-2012, a nivel de regiones. Para proyectar la población por sexo y edad del país y las regiones se utilizaron procedimientos demográficos que permiten formular hipótesis de los cambios esperados de la fecundidad, la mortalidad y las migraciones. El método utilizado fue el de los Componentes Demográficos.”

Tabla 2.1: Cantidad de RSU generados por región, periodo 2007-2011 e Indicador RSU per cápita día. *Fuente: elaboración propia en base a datos INE, 2015*

	2007	2008	2009	2010	2011	kgRSU/háb/día
I Tarapacá	80.500	85.600	84.600	91.100	97.900	0,88
II Antofagasta	188.300	192.800	199.300	205.100	212.300	0,99
III Atacama	89.500	94.200	91.200	91.500	91.800	0,85
IV Coquimbo	240.900	246.100	238.100	229.800	224.500	0,85
V Valparaíso	591.600	606.700	626.900	637.100	655.100	1,02
XIII Región Metropolitana	2.624.300	2.607.900	2.687.700	2.763.400	2.885.300	1,13
VI O'Higgins	252.000	241.500	252.300	267.100	305.000	0,94
VII Maule	204.200	241.700	264.400	286.300	282.700	0,76
VIII Biobío	553.400	596.700	609.200	618.200	637.700	0,85
IX Araucanía	190.500	193.900	198.300	201.600	205.600	0,58
XIV Los Ríos	111.300	118.200	120.400	127.700	135.000	0,94
X Los Lagos	200.700	218.900	228.500	234.900	227.700	0,76
XI Aysén	32.600	34.800	40.400	45.700	48.700	1,28
XII Magallanes y la Antártica	61.700	59.300	71.900	78.600	80.400	1,37
XV Arica y Parinacota	71.400	69.700	66.300	57.600	52.700	0,65
TOTAL País	5.492.900	5.608.000	5.779.500	5.935.700	6.142.400	0,98

La población del país se proyecta con un 4,9 % de crecimiento promedio en el periodo 2015-2020, tal como se muestra en Tabla 2.2, donde un 40 % de la población total se encuentra en la Región Metropolitana.

Considerando que la mayor población del país radica en la Región Metropolitana, esto supondría directamente la mayor cantidad de residuos sólidos urbanos del país, lo que se comprueba más adelante de acuerdo a los datos estadísticos. En base al argumento de primero gestionar lo que más impacto pueda generar, es que se selecciona la Región Metropolitana (RM) y aún más en específico las comunas del Gran Santiago, que como se mencionó anteriormente, es el 76 % de la RM, como alcance de este estudio.

La segmentación de la población será de relevante interés en el análisis, dadas las relaciones que existen entre volumen de generación y caracterización de los RSU con los ingresos de las personas.

Para efectos de este estudio se considerarán los resultados obtenidos en la Encuesta CASEN 2015. Esta encuesta se denomina Caracterización Socioeconómica Nacional (Casen), dependiente del Ministerio de Desarrollo Social y es una encuesta a hogares, de carácter multipropósito, es decir, que abarca diversos temas como educación, trabajo, ingresos, salud, entre otros; además es una encuesta transversal, por lo tanto, incluye a todo el espectro de la población del país. Son objeto de estudio los habitantes que residen en viviendas particulares en todo el país.

A través de la Encuesta Casen se realiza una medición del bienestar material de los hogares y a partir de esos datos se desarrollan indicadores de distribución del ingreso, acceso a servicios sociales y pobreza, constituyendo así, el principal instrumento de medición socioeconómica para el diseño y evaluación de políticas públicas y para analizar la efectividad de las políticas sociales en materia de cobertura, focalización e impacto distributivo del gasto social (Ministerio de Desarrollo Social, 2013).

Dada que esta encuesta se realiza a nivel nacional, con frecuencia bianual o trianual, es la principal fuente de información de lo que sucede en las regiones del país. Según lo expuesto anteriormente, el 76 % de la población de la región se explica por las comunas seleccionadas, por lo que para efectos del estudio se considerarán que cada una de ellas y en su conjunto, se comportan tal cual los resultados globales de la región metropolitana.

De acuerdo a los últimos datos disponibles en los servidores del Ministerio de Desarrollo Social, la encuesta CASEN 2013, arroja los siguientes resultados en cuanto a lo que se ha extraído de los niveles de ingreso por comunas y, como indicador extremo, la fracción de la población considerada bajo la línea de la

Tabla 2.2: Población de Chile 2007-2020, por Región. *Fuente: Elaboración propia en base a datos publicados INE*

Región	2007	2015	2020	% País	Tasa Crec. 2015-20
I Tarapacá	276.404	336.769	376.229	1,7 %	11,7 %
II Antofagasta	550.295	622.640	667.038	3,3 %	7,1 %
III Atacama	278.424	312.486	332.463	1,7 %	6,4 %
IV Coquimbo	675.471	771.085	827.953	4,1 %	7,4 %
V Valparaíso	1.682.984	1.825.757	1.907.914	10,2 %	4,5 %
XIII Región Metropolitana	6.640.697	7.314.176	7.724.879	40,2 %	5,6 %
VI O'Higgins	851.168	918.751	956.619	5,2 %	4,1 %
VII Maule	980.735	1.042.989	1.078.202	5,9 %	3,4 %
VIII Biobío	2.000.225	2.114.286	2.177.274	12,1 %	3,0 %
IX Araucanía	937.078	989.798	1.018.736	5,7 %	2,9 %
XIV Los Ríos	380.944	404.432	417.989	2,3 %	3,4 %
X Los Lagos	785.605	841.123	870.815	4,8 %	3,5 %
XI Aysén	99.929	108.328	113.102	0,6 %	4,4 %
XII Magallanes y la Antártica	157.137	164.661	168.693	1,0 %	2,4 %
XV Arica y Parinacota	207.773	239.126	258.778	1,3 %	8,2 %
TOTAL País	16.504.869	18.006.407	18.896.684	100,0 %	4,9 %

pobreza. En Tabla 2.3 se observa un resumen de estos datos.

Luego, para los capítulos siguientes cuando se estudie la cantidad de RSU generados por cada comuna se deberá tener en cuenta estas características ya que se espera que estén correlacionadas.

2.3. Caracterización por fracciones de tipo residuos.

Escasa es la bibliografía acerca de cómo se componen los RSU en el país, siendo los estudios realizados en la Región Metropolitana los que aportan el valor a esta parte del estudio.

De acuerdo al estudio “Caracterización de residuos sólidos domiciliarios en la Región Metropolitana”, realizado para la Comisión Nacional de Medio Ambiente del año 2006 por parte de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, existen las diferencias esperadas por grupo socioeconómico en cuanto a la tipología de los residuos y algunas diferencias también entre temporadas del año. A continuación se resumen los resultados más importantes y atinentes al presente estudio, para tenerlos como antecedentes.

En la Figura 2.1 se puede observar como los sectores de mayores ingresos presentan menores fracciones de residuos orgánicos, en comparación con comunas de bajos recursos, a nivel domiciliario.

En la Figura 2.2 se puede observar como los sectores de mayores ingresos presentan menores fracciones de residuos orgánicos, en comparación con comunas de bajos recursos, a nivel comercial.

Se pueden apreciar las diferencias de fracciones de residuos entre ambas actividades económicas sobre todo entre las proporciones de fracción de papel, cartón y plásticos influenciados por el uso de embalajes del sector comercial, lo que supondrá una gestión diferenciada al elaborar una política integral de RSU en la ciudad.

2.4. Disposición de los RSU

Los RSU se pueden disponer de varias formas de acuerdo al nivel de tratamiento e instalaciones disponibles en cada sector. En el caso de la RM se podrán identificar, al menos, tres lugares de disposición final: rellenos sanitarios, puntos de reciclaje y vertederos ilegales.

Tabla 2.3: Ingresos medios mensuales y fracción de la población bajo la línea de la pobreza, por comunas del GS.*Fuente: elaboración propia a partir de Encuesta CASEN 2013*

		Ingreso Medio Mensual,\$	Porcentaje de personas en situación de pobreza por ingresos, %
1	La Granja	208.017	19,96 %
2	La Pintana	171.509	17,01 %
3	Cerro Navia	135.997	15,38 %
4	Independencia	185.554	14,24 %
5	El Bosque	191.560	13,21 %
6	Estación Central	175.898	11,47 %
7	Recoleta	173.660	10,73 %
8	Conchalí	226.705	10,01 %
9	San Ramón	159.665	9,61 %
10	Quinta Normal	157.484	9,45 %
11	Peñalolén	167.968	9,38 %
12	Pudahuel	188.105	9,31 %
13	Quilicura	214.763	9,24 %
14	Renca	172.601	8,99 %
15	Pedro Aguirre Cerda	185.929	7,97 %
16	La Cisterna	178.211	7,21 %
17	Lo Prado	170.944	7,11 %
18	Lo Espejo	165.940	7,00 %
19	La Florida	200.894	6,90 %
20	Cerrillos	229.750	6,81 %
21	Santiago	179.031	6,36 %
22	Macul	219.242	6,14 %
23	San Joaquín	128.173	5,62 %
24	Huechuraba	239.365	5,20 %
25	San Miguel	195.638	4,56 %
26	Lo Barnechea	258.597	4,22 %
27	Maipú	254.764	3,88 %
28	Providencia	362.507	3,05 %
29	Las Condes	547.954	1,33 %
30	La Reina	268.001	1,28 %
31	Ñuñoa	294.662	0,55 %
32	Vitacura	321.418	0,29 %

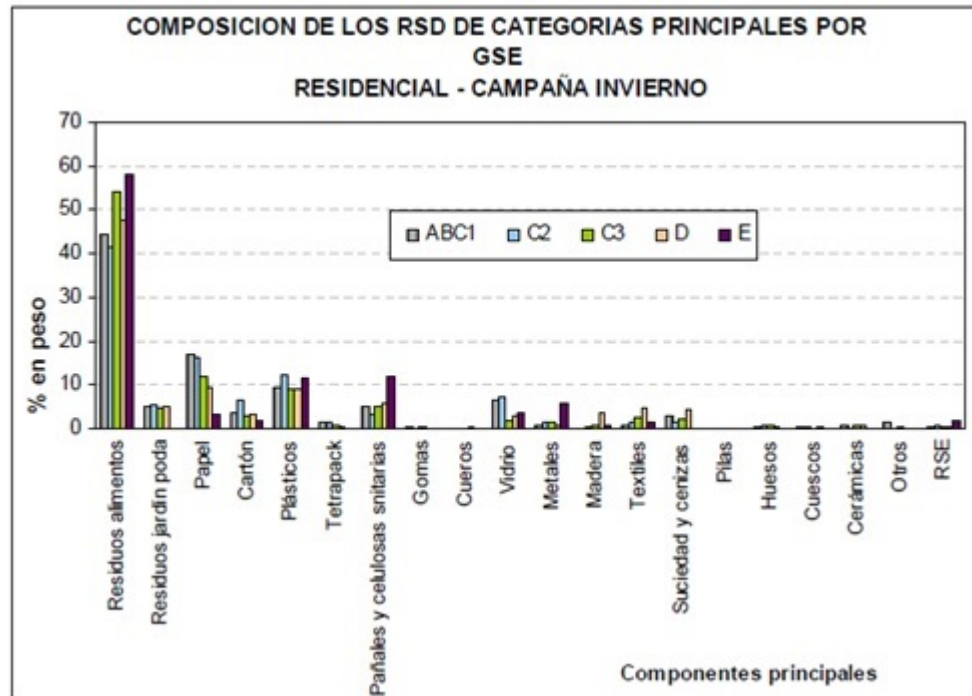


Figura 2.1: Composición de RSU domiciliario según grupo socioeconómico, invierno. Fuente: Estudio Caracterización de residuos sólidos domiciliarios en la Región Metropolitana, Conama, 2006.

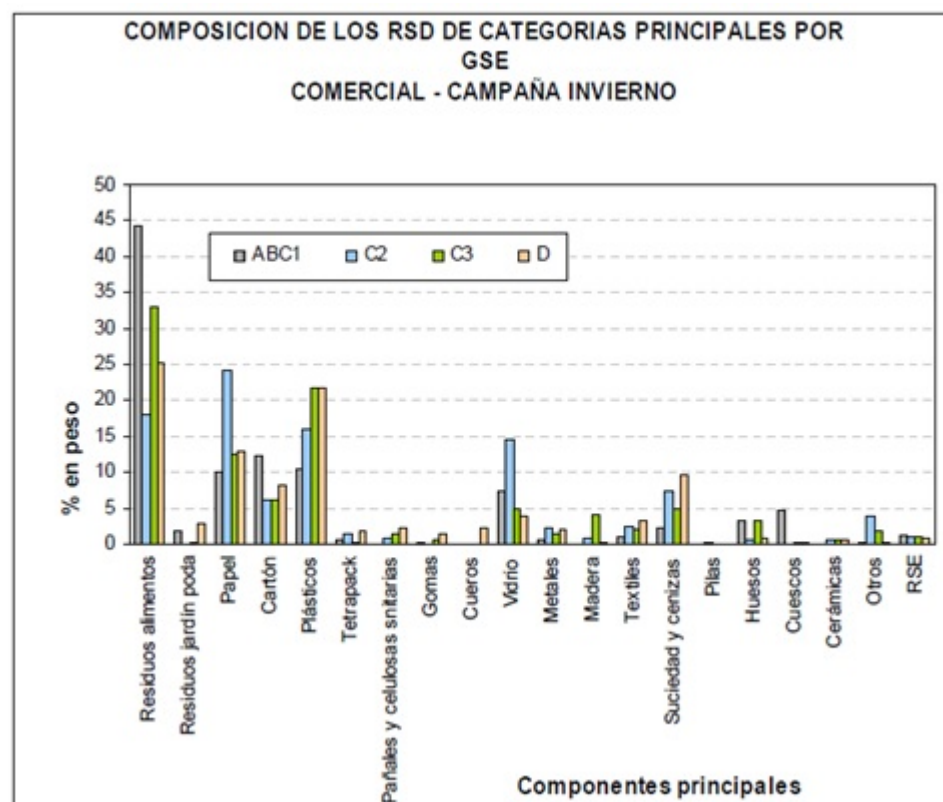


Figura 2.2: Gráfico de la composición de RSU comercial según grupo socioeconómico, invierno. Fuente: Estudio Caracterización de residuos sólidos domiciliarios en la Región Metropolitana, Conama, 2006.

2.4.1. Rellenos Sanitarios

Para el caso de Chile, de acuerdo al Reglamento sobre condiciones sanitarias y de seguridad básicas en los rellenos sanitarios, Núm. 189 de 18 de agosto de 2005, un relleno sanitario es una instalación de eliminación de residuos sólidos en la cual se disponen residuos sólidos domiciliarios y asimilables, diseñada, construida y operada para minimizar molestias y riesgos para la salud y la seguridad de la población y daños para el medio ambiente, en la cual las basuras son compactadas en capas al mínimo volumen practicable y son cubiertas diariamente, cumpliendo con las disposiciones del presente reglamento. Además, dicha normativa, define los Residuos sólidos asimilables como residuos sólidos, basuras, desechos o desperdicios generados en procesos industriales u otras actividades, que no son considerados residuos peligrosos de acuerdo a la reglamentación sanitaria vigente y que, además, por su cantidad composición y características físicas, químicas y bacteriológicas, pueden ser dispuestas en un Relleno Sanitario sin interferir con su normal operación.

Según el Reporte sobre la Gestión de Residuos Sólidos en la Región Metropolitana (2014), emitido por la SEREMI de Medio Ambiente, se estima que en la actualidad un 98 % de los RSU, son eliminados en instalaciones autorizadas conforme a lo establecido en la normativa chilena aplicable a esta materia.

A continuación se describe cada uno de los rellenos sanitarios actualmente en operación.

2.4.1.1. Relleno Sanitario Loma Los Colorados (RSLLC).

Este relleno se emplaza en la comuna de Til Til y presta servicios de disposición final preferentemente a comunas de la zona nororiente de la región. Fue calificado ambientalmente favorable a través de la RCA N° 990/1995, que aprobó el Estudio de Impacto Ambiental (EIA) “Construcción de Sistema de Tratamiento Intermedio y Disposición Final de Residuos Sólidos Urbanos para la Región Metropolitana”. La evaluación incluyó además, la “Estación de Transferencia de Quilicura (ETQ)”, instalación en la cual los camiones recolectores de menor capacidad descargan sus residuos en silos de mayor tonelaje, los que son transportados vía tren hasta el relleno sanitario.

Adicionalmente, el proyecto cuenta con una planta de termodegradación de biogás (antorchas de 5.000 Nm³/día de capacidad) y una planta de tratamiento de lixiviados (PTL) A través del proyecto “Central Loma Los Colorados” se busca generar electricidad a partir del biogás, proyectándose una capacidad instalada de 28 MW para el año 2024, la cual dependerá del aumento gradual del biogás disponible.

Este relleno posee una capacidad de recepción de 176.716 (Ton/mes), con 800 ha disponibles y 50 años de vida útil proyectada. En el año 2013 se ingresaron 2.097.569 toneladas y para agosto del 2014, se han acumulado 31.241.372 toneladas de RSU. Además, en el año 2008 se han puesto en funcionamiento las Plantas de Compostaje de Residuos orgánicos KDM S.A. y la Planta Recuperadora de Reciclables Relleno Sanitario Loma Los Colorados.

2.4.1.2. Relleno Sanitario Santa Marta (RSSM).

El relleno Santa Marta se ubica en la comuna de Talagante y presta servicios de disposición final de residuos principalmente a comunas del sector sur de la RM. Fue calificado ambientalmente favorable a través de la RCA N° 433/2001, que aprobó el EIA “Relleno Sanitario Santa Marta” y tiene asociada a su operación la “Estación de Transferencia Puerta Sur (ETPS)”, ubicada en la comuna de San Bernardo, instalación a la cual confluyen los camiones recolectores que descargan sus residuos en contenedores de mayor tonelaje para que sean transportados vía camión hasta el relleno sanitario. Adicionalmente, la empresa cuenta con una planta de tratamiento de líquidos lixiviados (PTL). Además, cuenta con una planta de termo degradación de biogás, proceso que permite reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, sin perjuicio que la empresa a través del proyecto Central ERNC Santa Marta calificado a través de la RCA N° 529/2011, obtiene el permiso para la generación de electricidad mediante la instalación de motores que permitirían disponer de una capacidad instalada ampliable a 47 MW en el período de mayor generación de biogás según lo descrito en

la calificación ambiental del proyecto. Para el año 2014 la central estaba generando 12 MW aproximadamente de energía.

Este relleno posee una capacidad de recepción de 109.999 (Ton/mes), con 77 ha disponibles y 20 años de vida útil proyectada. En el año 2013 se ingresaron 1.319.985 toneladas. En este caso particular llama la atención que, siendo su aprobación de funcionamiento en el año 2001 y con su vida útil proyectada, se esté tan cerca de cumplir con este límite en escasos cinco años.

2.4.1.3. Relleno Sanitario Santiago Poniente (RSSP).

El relleno Santiago Poniente se ubica en la comuna de Maipú y presta servicios de disposición final de residuos a comunas del sector sur-poniente de la capital. Fue calificado ambientalmente favorable a través de la RCA N° 479/2001, que aprobó el EIA “Relleno Sanitario Santiago Poniente”. Esta actividad no tiene asociada a su operación una estación de transferencia, por lo que recibe en sus instalaciones directamente los camiones recolectores de residuos.

Este relleno posee una capacidad de recepción de 37.131 (Ton/mes), con 67 ha disponibles y 22 años de vida útil proyectada. En el año 2013 se ingresaron 1.319.985 toneladas. Además cuenta con una planta de quema de biogás de 3.000 m³/h, según RCA del año 2008, “Captura y Quema de Biogás del Relleno Sanitario Santiago Poniente”.

2.4.1.4. Relleno Sanitario Cerros La Leona (RSCLL).

Este relleno sanitario inicia su operación en el mes de marzo del año 2013 y tiene asociada la Estación de Transferencia de Residuos Cerro Los Cóndores, ubicada en la comuna de Quilicura, instalación a la cual confluyen los camiones recolectores que descargan sus residuos en contenedores de mayor tonelaje para que sean transportados vía camión hasta el relleno sanitario. Se ubica en la comuna de Til Til, aproximadamente a 3,5 kilómetros al Oriente de la Carretera Panamericana Norte a la altura del kilómetro 52 y recibe residuos industriales asimilables a domiciliarios en la instalación de diversas comunas.

Este relleno posee una capacidad de recepción de 3.977 (Ton/mes), con una tasa autorizada de recepción de 45.000 (Ton/mes) y 37 años de vida útil proyectada. En el año 2013 se ingresaron 39.774 toneladas.

La distribución de envío de RSU desde las distintas comunas objeto de este estudio a estos tres grandes centros de disposición final, se resumen en Tabla 2.4.

Cabe mencionar en este apartado que las empresas que controlan los rellenos sanitarios son de naturaleza privada y poseen contratos a largo plazo para la recepción de residuos en sus instalaciones, con las distintas municipalidades de la región y también con empresas particulares. Los dos grandes conglomerados son KDM, filial del Grupo Urbaser Danner, holding compuesto por la empresa española Urbaser (filial de la compañía ACS) y la estadounidense The Danner Company, y Consorcio Santa Marta, conformada por las empresas de capitales nacionales. Ambas empresas han desarrollado iniciativas privadas, de importante capital y alcance, como las mencionadas de generación de energía eléctrica y plantas de selección y clasificación de residuos. Estos son claros ejemplos de un avance en la gestión de RSU, a través de la implementación de tecnologías y de cómo se pueden obtener dividendos rentables dentro de la operación de estos.

2.4.1.5. Vertedero Controlado de Popeta (VCP)

El Vertedero de Popeta es administrado por la Ilustre Municipalidad de Melipilla e inició su operación en el año 1994. Se encuentra emplazado a 19 kilómetros del centro urbano de la ciudad, en el sector denominado “Altos de Popeta”. Corresponde al sitio de disposición final de residuos de la comuna de Melipilla, San Pedro y Alhué, atendiendo una población total estimada de 132.229 habitantes. Considerando que durante el año 2010 se encontraba próximo a cumplir con su vida útil, se presentó un plan de ampliación,

Tabla 2.4: Disposición de RSU por comunas y por Relleno Sanitario, al año 2013. *Fuente: elaboración propia en base a Reporte sobre la Gestión de Residuos Sólidos 2014 en la RM.*

	Lomas Los Colorados	Santa Marta	Santiago Poniente
Total	1.495.455	661.300	205.559
1 Cerrillos	-	-	44.138
2 Cerro Navia	60.563	-	-
3 Conchalí	-	-	-
4 El Bosque	-	79.497	-
5 Estación Central	-	-	61.276
6 Huechuraba	49.740	-	-
7 Independencia	38.551	-	-
8 La Cisterna	42.896	-	-
9 La Florida	-	177.480	-
10 La Granja	-	60.881	-
11 La Pintana	-	76.833	-
12 La Reina	46.645	-	-
13 Las Condes	116.321	-	-
14 Lo Barnechea	58.302	-	-
15 Lo Espejo	-	51.418	-
16 Lo Prado	40.813	-	-
17 Macul	-	49.734	-
18 Maipú	244.477	-	-
19 Ñuñoa	78.763	-	-
20 Pedro Aguirre Cerda	-	42.151	-
21 Peñalolen	-	18.936	100.145
22 Providencia	74.356	-	-
23 Pudahuel	99.107	-	-
24 Quilicura	85.719	-	-
25 Quinta Normal	55.038	-	-
26 Recoleta	76.315	-	-
27 Renca	69.956	-	-
28 San Joaquín	-	68.303	-
29 San Miguel	40.432	-	-
30 San Ramón	-	36.067	-
31 Santiago	169.241	-	-
32 Vitacura	48.220	-	-

mientras se proceda a la evaluación del EIA del nuevo relleno sanitario que se emplazará colindante al vertedero y que dará una solución de largo plazo para el manejo de los desechos generados en las comunas que históricamente han utilizado esta instalación. Este relleno posee una capacidad de recepción de 3.946 (ton/mes), con 4,4 ha disponibles. En el año 2013 se ingresaron 47.353 toneladas.

Dado el alcance del presente estudio, solo se menciona este relleno a modo informativo, ya que se encuentra fuera del área de influencia del presente análisis.

2.4.2. Puntos de Reciclaje

En el ámbito de los residuos sólidos reciclados, se reporta la estrategia 2015 de implementación del “Plan de Acción Santiago Recicla” liderado por la SEREMI de Medio Ambiente, cuyos objetivos centrales son habilitar una red de valorización que incluirá puntos limpios, sistemas de recolección segregada y centros de valorización con la participación de los recicladores de base, promoviendo cambios en las conductas de la ciudadanía, a través de la educación y la sensibilización, a objeto de reciclar al año 2020, el 25 % de los residuos sólidos generados en la región.

Existen variados puntos de reciclajes en el GS, de los cuales algunos son de propiedad y responsabilidad de cada municipalidad y otros que son de gestión de privados. Dentro de la gestión de las mismas municipalidades, hay de distintos tipos, como: puntos de reciclaje en la vía pública, de distintos niveles de reciclaje (papel y cartón, plásticos, vidrios); reciclaje de pilas o puntos limpios comunitarios. En el ámbito privado, existen empresas de retail que han dispuesto dentro de sus propias instalaciones, puntos limpios con variados niveles de reciclaje.

2.4.3. Vertederos ilegales de residuos sólidos y Micro basurales.

De acuerdo a la SEREMI de Medio Ambiente, se define como Vertedero Ilegal de Residuos Sólidos (VIRS) todo sitio en el cual se depositan o han depositado residuos sólidos en forma ilegal por períodos prolongados de tiempo y como Micro basural, a aquellos terrenos inferiores a 1 hectárea, en los cuales se deposita basura periódica o eventualmente, es decir, los VIRS son aquellos sitios eriazos de 1 hectárea o más, en donde se han eliminado directamente sobre el suelo, residuos sólidos de distinta naturaleza, sin tomar los resguardos necesarios para proteger el medio ambiente y la salud de las personas. La composición de los residuos dispuestos en dichos terrenos es heterogénea, observándose desde residuos sólidos domiciliarios, hasta desechos industriales peligrosos y no peligrosos, siendo los provenientes del rubro de la construcción, los que se encontrarían en mayor porcentaje.

Estos VIRS se pueden encontrar en diversas comunas del GS, tanto en vía pública como sitios eriazos, detectándose 67 puntos que responden a esta característica. Se observa que los VIRS se ubican preferentemente en zonas periféricas de la capital en comunas de bajos ingresos. Según el catastro levantado en 2014, se han levantado 15 sitios con estas características, detectados con sobrevuelos en las inmediaciones y recorridos en terreno por parte de las autoridades. Actualmente, está en desarrollo una estrategia de detección, evaluación e intervención aplicable a diez VIRS prioritarios de la RM a objeto de establecer las medidas de fiscalización y reinserción pertinentes, para controlar los impactos generados hacia actividades y comunidades colindantes a dichos terrenos.

2.5. Gestión Estatal actual: historia, organismos y políticas.

Dentro de la historia del país, siempre la gestión de los residuos domiciliarios ha sido de responsabilidad estatal, mediante el dictamen de normativas de organismos públicos especializados y a través del financiamiento. Este último se ha realizado a través de las municipalidades, que son el ente estatal más cercano a la población y las que deben enfrentar día a día la realidad de las personas conforme al territorio ocupado y sus condiciones socioeconómicas. En el presente apartado, se revisará la historia de gestión de

los residuos desde el punto de vista de la normativa y también de las instituciones y políticas que han ido evolucionando a través de los años, con cambios muy importantes realizados en el periodo actual (Informe Anual 2015, Medio Ambiente, INE).

2.5.1. Descripción Histórica de la gestión de RSU.

En el Primer Reporte del manejo de residuos sólidos en Chile, realizado por la Comisión Nacional de Medio Ambiente CONAMA (Comisión Nacional del Medio Ambiente, 2010) se resume la historia de la normativa de los RSU en Chile, que servirá de referencia para conocer y evaluar cómo se ha gestado la evolución de esta materia en el país. A continuación se presenta un resumen y análisis de este reporte. El marco normativo en Chile asociado a residuos sólidos data del año 1968 con el dictamen del Código Sanitario, el cual rige todas las cuestiones relacionadas con el fomento, protección y recuperación de la salud de los habitantes y regula aspectos específicos asociados a higiene y seguridad del ambiente de los lugares de trabajo.

En el año 1992 comienza a regir el D.S. N°685 en que Chile ratifica el Convenio de Basilea. El objetivo primordial de este Convenio es proteger la salud de las personas y el medio ambiente frente a los efectos perjudiciales de los desechos peligrosos. Las disposiciones del Convenio giran en torno a los principales objetivos:

1. La disminución de la generación de desechos peligrosos y la promoción de la gestión ambientalmente racional de los desechos peligrosos, dondequiera que se realice su eliminación
2. La restricción de los movimientos transfronterizos de desechos peligrosos, salvo en los casos en que se estima que se ajusta a los principios de la gestión ambientalmente racional
3. Un sistema reglamentario aplicable a casos en que los movimientos transfronterizos son permisibles

En el año 1994 entra en vigencia la Ley 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente, la que establece un marco en el cual se debe desarrollar el actuar del sector público y privado y un desarrollo jurídico adecuado a la garantía constitucional que asegura a todas las personas el derecho a vivir en un medio ambiente libre de contaminación, la protección del medio ambiente, la preservación de la naturaleza y la conservación del patrimonio ambiental.

En el año 2000 comienza a regir el D.S. Núm. 594 sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo. Esta normativa tiene relación con las condiciones en el trabajo y establece, además, los límites permisibles de exposición ambiental a agentes químicos, físicos y tolerancia biológica para trabajadores expuestos a riesgo ocupacional. Se extiende en detalle las restricciones en las faenas de trabajo acerca de la gestión de residuos, indicando las prohibiciones más básicas.

Luego, para el año 2005 entra en vigencia el D.S. Núm. 148, que establece el Reglamento Sanitario Sobre Manejo de Residuos Peligrosos. Uno de los grandes avances de esta normativa es que instruye a la implementación de un sistema de información relativa a los residuos peligrosos que se generan en el país, cuyo procesamiento y análisis será de utilidad para la autoridad sanitaria, la comunidad y las actividades productivas, en los que respecta al conocimiento de los residuos peligrosos y las mejores alternativas para su manejo, entre otros posibles usos de la información; lo que permite tomar razón de la magnitud de estos y transparentar su generación y disposición. Las sanciones interpuestas por esta normativa no son claras ni específicas, ya que indica que se debe generar un Sumario Sanitario, el cual develará las sanciones aplicables al incumplimiento de la normativa. Si se establecen claramente las sustancias definidas como peligrosas, cantidades y formas de disposición.

En el año 2007 comienza a regir el D.S. Núm. 45, el cual establece la norma de emisión para la incineración y co-incineración, normalmente enfocado a hornos cementeros, de cal y forestales. Luego de solo seis años de régimen, en el 2013 se deroga este decreto por el D.S. Núm. 29, el cual incluye dentro de las actividades de incineración a otros combustibles, como lo son los de origen biológico, hidrogeno, biogás y otros.

Uno de los decretos que impacta más directamente a la gestión de los RSU, es el que regula las condiciones sanitarias y de seguridad básicas en los rellenos sanitarios (D.S. Núm. 189) que considera la necesidad de contar con una regulación moderna y eficaz para la evaluación y manejo de los Rellenos Sanitarios del país, entregando la libertad de que sean instituciones de derecho público o privado, las que permitan evitar concurrencias de contingencias de carácter sanitario ambiental, siendo eficaz en asegurar la prestación de un servicio de disposición final de Residuos Sólidos Domiciliarios y Asimilables con una calidad, constancia y seguridad adecuadas para el normal desarrollo de las actividades de las localidades, comunas o regiones que concurran a disponer tales residuos en estos establecimientos. Básicamente, se legisla resguardando los requerimientos de ingeniería en el diseño, el ingreso a un Sistema de Evaluación Ambiental, contar con Planes de Operación y de Contingencias, describir y hacer un seguimiento a un Plan de Monitoreo y Control. Además, se exige describir un Plan de Cierre para cuando se cumpla la vida útil del relleno. Nuevamente, las infracciones a las disposiciones del presente reglamento serán sancionadas por las Autoridades Sanitarias Regionales, previa instrucción de un respectivo Sumario Sanitario.

En el año 2010, comienzan a regir dos reglamentos, el D.S. Núm. 4 para el manejo de lodos generados en plantas de tratamiento de aguas servidas, y el D.S. Núm. 6 sobre el manejo de residuos generados en establecimientos de atención de salud, que son normativas muy particulares para dos tipos de residuos que se busca tener un manejo y disposición separada de los domiciliarios. En el caso particular de los lodos, esto cobra importancia, ya que las propiedades físicas de los lodos determinan que, en su transporte y disposición final, se requiera de un manejo diferenciado de los residuos sólidos domiciliarios; y es que los lodos, por su alto contenido en materia orgánica, puede contribuir a mejorar las condiciones físicas de los suelos, es decir, constituir un aporte en aquellos que requieren incrementar su porosidad, la estabilidad de agregados, la retención de humedad, la aireación, como es el caso de los suelos delgados y/o degradados. Esto abre la posibilidad de ser utilizados como mejoradores de suelo o abonos en predios agrícolas, evitando que ocupen espacio en los rellenos sanitarios.

En el mes de mayo del año 2010, Chile pasó a ser el primer miembro pleno de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico-OCDE en América del Sur; condición que impone un elevado estándar a nuestras políticas públicas en materia ambiental (Braathen, 2006). Uno de los compromisos de Chile es desarrollar series de tiempo asociadas principalmente a generación, valorización y eliminación de residuos que faciliten la obtención de indicadores. Adicionalmente, se requiere informar a la población sobre el manejo de residuos y este reporte cumple con entregar datos cualitativos y cuantitativos en distintos niveles de desagregación. En detalle, se busca promover la política de las 3R: reducir, reciclar y reutilizar. Para lograr el impulso hacia la implementación de esta política de Estado, se pretende concretar, bajo las directrices OCDE:

1. Una Ley General de Residuos. Este instrumento establecería un marco jurídico para la gestión integral de residuos sólidos, orientado a la implementación de una estrategia jerarquizada en el manejo de residuos, promoviendo la prevención de la generación de un residuo y, si ello no es posible, fomentar en este orden su reducción, reutilización, reciclaje, valorización energética, tratamiento y la disposición final de los mismos.
2. Elaborar los reglamentos relacionados con la Responsabilidad Extendida del Productor, REP. Los reglamentos se aplicarán a productos de consumo masivo tales como envases, neumáticos, refrigeradores, vehículos, baterías, aceites y productos electrónicos, entre otros.
3. Implementar un sistema de información integral de residuos, en plataforma de Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes, RETC, para visualizar dicha información en línea. Además, se incorporará información relacionada con el manejo de residuos industriales peligrosos.

Luego de este resumen presentado, se realiza la revisión de la normativa vigente aplicable para continuar con la línea de tiempo de la evolución de las leyes en torno al alcance de RSU y lo que tenga relación con su gestión.

En el año 2010, se promulga la Ley N° 20.417 que crea el Ministerio, el Servicio de Evaluación Ambiental y la Superintendencia del Medio Ambiente, en sustitución de la Comisión Nacional del Medio Ambiente CONAMA y el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. La mejora de la jerarquía de los estamentos gubernamentales promueve la implementación de una estrategia nueva de gestión de los elementos

que puedan influir, en este caso, el medio ambiente. Entregar el carácter de Ministerio a este campo de la economía supone entregarle realce y la importancia que merece a un tema tan delicado que influye en la vida de las personas en el día a día.

En el año 2013, se ingresa el proyecto marco para la gestión de residuos y Responsabilidad Extendida del Productor (REP), que es aprobada y enviada al Ejecutivo para su promulgación en abril del año 2016. Esta nueva normativa busca que los generadores de los productos que entran al mercado de bienes y servicios, sean los que se responsabilicen de la gestión de los residuos que producen sus productos, estando estos definidos en un listado, que se analizará más adelante. Se puede ver que esta implementación está asociada a los requerimientos impuestos por la OCDE y que permiten una mejora en la implementación de políticas públicas que apunten a tener un mejor desarrollo y calidad de vida, promocionando desde la perspectiva normativa, acciones específicas y concretas en el mercado.

2.5.2. Organización Política-Administrativa actual.

Para comprender las relaciones, cooperaciones y coordinaciones entre los distintos estamentos que componen el Estado, en relación a la gestión de RSU, es que se hace un resumen jerárquico de cómo se compone el aparato público, explicando brevemente la relación de dependencia y su campo de acción.

Organismos estatales

1. Gobierno o administración central. Ente cuya autoridad máxima es el Presidente de la República, quien es Jefe de Gobierno y Jefe de Estado, asesorado directamente por los ministros de Estado (jefe de los ministerios). A su vez, los ministerios tienen una o más subsecretarías, órganos asesores e implementadores de las políticas delineadas por el Ministro. Luego, las Subsecretarías en términos generales se dividen en Divisiones y Departamentos aglutinados en la noción de Servicios Públicos.
2. Gobierno y administración regional. El gobierno interior de la región corresponde al Intendente, en su calidad de representante del Presidente de la República. La administración de la región corresponde al gobierno regional, compuesto por el Intendente como órgano ejecutivo y el consejo regional, como órgano resolutorio, nominativo y fiscalizador de aquél. Las funciones de administración son apoyadas por las Secretarías Regionales Ministeriales, órganos desconcentrados de los ministerios, subordinados a nivel regional al Intendente.
3. Gobierno y administración provincial. El representante del Presidente de la República a nivel provincial corresponde al Gobernador, el cual es un subordinado al Intendente. El Gobernador tiene a cargo la administración de la provincia en forma desconcentrada del Intendente. Existe como instancia de representación consultiva el Consejo Económico y Social Provincial, presidido también por el gobernador.
4. Administración comunal. La administración comunal corresponde a la Municipalidad, la cual está compuesta por el Alcalde como autoridad superior y el Concejo Municipal, presidido por el Alcalde como órgano resolutorio, nominativo y fiscalizador de aquél, ambos de elección popular cada cuatro años. Para cumplir sus funciones, la Municipalidad cuenta con unidades o departamentos. Existe además en cada comuna un Concejo Económico y Social, de carácter consultivo, representativo de los organismos sociales. De acuerdo a la normativa vigente, los responsables de la administración de los RSU en el país son cada municipalidad, de manera aislada. Esta responsabilidad implica que todas las actividades relacionadas con la recolección, transporte y disposición final de los residuos son gestionadas de manera aislada e independiente de cualquier otro estamento. Cabe destacar que los costos de este proceso son también asumidos por los dineros de cada administración comunal, con cobros al usuario final, sean estos servicios estatales o privados, por lo que deben ser contemplados en cada ejercicio anual, tanto en la provisión como en la rendición de cuenta final.

Por otro lado, las políticas públicas respecto del tema de RSU se definen a nivel central. Para realizar cambios a las normativas o para introducir nuevas, estos siguen el curso natural de cualquier materia: iniciativa del Ejecutivo o Legislativo y luego los trámites de discusión en Cámaras para finalmente ser promulgados

por el Ejecutivo. En el ámbito de los residuos domiciliarios la última normativa vigente modificada data del año 2008 y es concerniente a condiciones sanitarias y de seguridad básicas en los rellenos sanitarios (D.S. 189/2008). Tal como se mencionará en capítulos posteriores, sí existe la introducción de una nueva legislación que es la de Responsabilidad Extendida del Productor. En este caso desde el punto de vista de relación de estamentos, el gobierno central y los derivados regionales y provinciales toman la responsabilidad de destinar los recursos necesarios para que las unidades ejecutantes, municipalidades, puedan celebrar convenios con sistemas de gestión y con recicladores de base. La Ley les permitirá pronunciarse sobre solicitudes de permiso para establecer la instalación y/u operación, de sitios de recepción y almacenamiento de productos. Además, tendrán la obligación de separar los residuos en origen, cuando así lo determine el Decreto Supremo. También, promoverán la educación ambiental sobre prevención y valorización, diseñarán e implementarán estrategias de comunicación, sensibilización y medidas de prevención.

Luego, se pueden observar entonces, dos niveles de toma de decisiones, donde uno superior (gobierno central) crea y dispone de la legislación y directrices generales para todo el territorio; y las unidades ejecutante, municipios, que deben llevar a cabo, en esta materia, las disposiciones de la Ley. Si se observa dentro de las funciones del Ministerio de Medio Ambiente (MMA), este deberá dictar un reglamento que fije el procedimiento para dictar metas, implementar y gestionar un sistema de registro y plataforma de información, revisar y autorizar planes de gestión, diseñar e implementar programas de educación ambiental y fiscalizar a través de la Superintendencia de Medio Ambiente, entre otras materias; por lo que podrían haber funciones duplicadas y existir distintos puntos de vista respecto a cómo aplicar una u otra directiva, como por ejemplo, el gasto y la definición de ítems de gasto de los más de \$2.000 millones en régimen destinados a financiar proyectos y programas para prevenir la generación de residuos y fomentar su reciclaje, que sean ejecutados por municipalidades o asociaciones de estas.

Finalmente, se espera que el “brazo” fiscalizador del MMA, la Superintendencia, pueda finar una ruta única de acción, a través de la capacitación de las entidades municipales y el posicionamiento de personal idóneo para las nuevas tareas y desafíos contemplados, por parte de las administraciones locales. Sería de esperar que esta entidad, superior y transversal, pudiera gestionar el conocimiento que se ha ido generando en cada municipio a lo largo del tiempo para compartir proyectos y prácticas de éxito entre cada una, como se realiza en el GS con la Asociación Chilena de Municipalidades (AChM), la Asociación Metropolitana de Municipalidades de Santiago Sur (MSUR) o la Asociación Municipal por la Sustentabilidad Ambiental (AMUSA).

Institucionalidad Ambiental

1. Ministerio de Medio Ambiente (MMA). Es el órgano del Estado encargado de colaborar con el Presidente de la República en el diseño y aplicación de políticas, planes y programas en materia ambiental, así como en la protección y conservación de la diversidad biológica y de los recursos naturales renovables e hídricos, promoviendo el desarrollo sustentable, la integridad de la política ambiental y su regulación normativa.
2. La Superintendencia del Medio Ambiente (SMA). Es la institución que tiene como objetivo asegurar el cumplimiento de la normativa ambiental de su competencia, a través de una fiscalización estratégica; con la autoridad de fiscalizar y aplicar sanciones frente al incumplimiento de Resoluciones de Calificación Ambiental (RCA), Normas de Calidad y Emisión, Planes de Prevención y/o Descontaminación, Planes de Manejo de la Ley N°19.300 y otros que la ley establezca a futuro.
3. El Servicio de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA). Tiene como función central tecnificar y administrar el instrumento de gestión ambiental denominado “Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental” (SEIA), cuya gestión se basa en la evaluación ambiental de proyectos ajustada a lo establecido en la norma vigente, fomentando y facilitando la participación ciudadana en la evaluación de proyectos. Este servicio cumple la función de uniformar los criterios, requisitos, condiciones, antecedentes, certificados, trámites, exigencias técnicas y procedimientos de carácter ambiental que establezcan los ministerios y demás organismos del Estado competentes, mediante el establecimiento de guías trámite. La tecnificación del sistema apunta a establecer criterios comunes para evaluar cada

tipo de proyecto, con el objeto de asegurar la protección del medio ambiente de manera eficiente y eficaz.

4. Tribunales ambientales. El año 2012, se promulga la Ley 20.600 que crea los Tribunales Ambientales, que establece que son competentes para conocer:
 - a) Reclamaciones de ilegalidad de determinados actos administrativos y normas dictadas por el Ministerio del Medio Ambiente, la Superintendencia del Medio Ambiente, el Servicio de Evaluación Ambiental, el Comité de Ministros y otros organismos del Estado con competencia ambiental;
 - b) Demandas por daño ambiental;
 - c) Solicitudes de autorización realizadas por la Superintendencia del Medio Ambiente, respecto de medidas temporales, suspensiones y ciertas sanciones aplicadas por la SMA
5. Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas y Sistema Nacional de Áreas Protegidas. Tiene por objeto la conservación de la diversidad biológica del país, a través de la preservación, restauración y uso sustentable de las especies y ecosistemas, con énfasis en aquellos de alto valor ambiental o que, por su condición de amenaza o degradación, requieren de medidas para su conservación. El Senado aprobó en general el proyecto de ley en marzo de 2015, el primer trámite constitucional, que crea el Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas y el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, por lo cual, su creación aún no se concreta.
6. El Consejo de Ministros para la Sustentabilidad. Es un órgano asesor del Presidente de la República, creado y definido en la normativa de Medio Ambiente General, Ley 19.300; siendo constituido por los Ministros de Agricultura; de Hacienda; de Salud; de Economía, Fomento y Reconstrucción; de Energía; de Obras Públicas; de Vivienda y Urbanismo; de Transportes y Telecomunicaciones; de Minería, y de Planificación (11 unidades ministeriales de un total de 21). Dentro de sus funciones, ámbitos de acción y atribuciones, se encuentran:
 - a) las políticas para el manejo, uso y aprovechamiento sustentables de los recursos naturales renovables.
 - b) los criterios de sustentabilidad que deben ser incorporados en la elaboración de las políticas y procesos de planificación de los ministerios, así como en la de sus servicios dependientes y relacionados.
 - c) la propuesta de creación de las Áreas Protegidas del Estado, que incluye parques y reservas marinas, así como los santuarios de la naturaleza y de las áreas marinas costeras protegidas de múltiples usos.
 - d) las políticas sectoriales que deben ser sometidas a evaluación ambiental estratégica.
 - e) los criterios y mecanismos en virtud de los cuales se deberá efectuar la participación ciudadana en las Declaraciones de Impacto Ambiental.
 - f) pronunciarse sobre los proyectos de ley y actos administrativos que se propongan al Presidente de la República, cualquiera sea el ministerio de origen, que contenga normas de carácter ambiental.

Este Consejo debe mantener reuniones o sesiones a requerimiento del Presidente de la República, donde sus determinaciones serán llevadas a cabo por voto con resolución de mayoría simple, teniendo voto decisivo el Ministro Presidente de este Consejo.

2.5.3. Normativa aplicable

En abril del año 2016 se ha despachado al Ejecutivo para la promulgación, la Ley que establece marco para la gestión de residuos y Responsabilidad Extendida del Productor (REP), que tiene por objeto disminuir la generación de residuos y fomentar su reutilización, reciclaje y otro tipo de valorización, a través de la instauración de la responsabilidad extendida del productor y otros instrumentos de gestión de residuos, con el

fin de proteger la salud de las personas y el medio ambiente. Esta ley, principalmente, promueve los siguientes principios básicos:

- El que contamina paga: el generador de un residuo es responsable de éste, así como de internalizar los costos y las externalidades negativas asociadas a su manejo.
- Inclusión: se deben incorporar un conjunto de mecanismos e instrumentos de capacitación, financiación y formalización orientados a posibilitar la integración plena de los recicladores de base en la gestión de los residuos, incluidos los sistemas de gestión en el marco de la responsabilidad extendida del productor.
- Jerarquía en el manejo de residuos: existirá un orden de preferencia de manejo, que considera como primera alternativa la prevención en la generación de residuos, luego la reutilización, el reciclaje de los mismos o de uno o más de sus componentes y la valorización energética de los residuos, total o parcial, dejando como última alternativa su eliminación, acorde al desarrollo de instrumentos legales, reglamentarios y económicos pertinentes.
- Precautorio: la falta de certeza científica no podrá invocarse para dejar de implementar las medidas necesarias para disminuir el riesgo de daños para el medio ambiente y la salud humana derivado del manejo de residuos.
- Responsabilidad del generador de un residuo: el generador de un residuo es responsable de éste, desde su generación hasta su valorización o eliminación, en conformidad a la ley.
- Transparencia y publicidad: La gestión de residuos se efectuará con transparencia, de manera que la comunidad pueda acceder a la información relevante sobre la materia.
- Trazabilidad: Conjunto de procedimientos preestablecidos y autosuficientes que permiten conocer las cantidades, ubicación y trayectoria de un residuo o lote de residuos a lo largo de la cadena de manejo.
- Reciclador de base: Persona natural que, mediante el uso de la técnica artesanal y semi industrial, se dedica en forma directa y habitual a la recolección selectiva de residuos domiciliarios o asimilables y a la gestión de instalaciones de recepción y almacenamiento de tales residuos, incluyendo su clasificación y pretratamiento. Sin perjuicio de lo anterior, se considerarán también como recicladores de base las personas jurídicas que estén compuestas exclusivamente por personas naturales registradas como recicladores de base. Es muy importante este ítem, ya que se reconoce institucionalmente este oficio que ha existido siempre de manera silenciosa en la sociedad, lo promueve y lo establece como un medio para la solución del reciclaje y disminución de residuos a disposición por lo que cobra mucha importancia dentro de este nuevo esquema. Adicionalmente se generarán programas educativos que permitan certificar este oficio, ya que solo se podrán contratar recicladores de base certificados e inscritos en registros del Ministerio

El alcance de aplicación de esta Ley se define en categorías o subcategorías definidas en los respectivos decretos supremos que establezcan metas y otras obligaciones asociadas, para los siguientes productos prioritarios:

1. Aceites lubricantes.
2. Aparatos eléctricos y electrónicos.
3. Baterías.
4. Envases y embalajes.
5. Neumáticos.
6. Pilas.

De acuerdo a las políticas de la OCDE, se define la REP como un enfoque de la política ambiental en el que la responsabilidad del productor por un producto se extiende a la etapa de pos consumo del ciclo de vida de un producto. Una política de REP se caracteriza por:

- el desplazamiento de la responsabilidad (física y/o económicamente; total o parcialmente) hacia el productor y lejos de las municipalidades; y
- la provisión de incentivos a los productores para tomar en cuenta las consideraciones ambientales en el diseño de sus productos.

Mientras que otros instrumentos de políticas de gestión, tienden a centrarse en un solo punto de la cadena productiva, la REP busca integrar las señales relacionadas con las características ambientales de los productos y procesos de producción en toda la cadena de producción.

En resumen y en general, esta ley de REP supone que luego de que se le dé el uso al producto, o que en otros términos, sería el fin de su vida útil, los elementos que sean residuales del producto mismo (embalajes o neumáticos usados) o sea que el elemento mismo es el que se ha acabado (caso de pilas u obsolescencia de aparatos electrónicos); estos deberán retornar al productor de los mismos, con el propósito de que vuelvan a ser utilizados en la cadena productiva como nuevas materias primas. Este retorno del residuos, ahora materia prima, se debe realizar a través de una cadena de procesos que deben ser montados y que darán origen a nuevos actores, o más que nuevos; se realizarán, fortalecerán y demandarán de más servicios actualmente instalados de captación, transporte y selección de estos residuos.

Un gran aporte en materia de fomento y accesibilidad de la información es la creación de una base de datos que incorporará por un lado la información desde el productor y por otro, el del gestor de estos residuos, que deberá declarar, a través del Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes, al menos: el tipo, cantidad, costos, tarifa del servicio, origen, tratamiento y destino de los residuos, de acuerdo a lo dispuesto en el reglamento de la Ley.

Esta Ley, como todas, también establece fiscalización y sanciones. Ambas acciones serán ejecutadas por la Superintendencia del Medio Ambiente. En la presente Ley, se definen acciones de sanción gravísimas, como no inscribirse en el registro, no contar con un sistema de gestión autorizado, entregar información falsa a la Superintendencia o al Ministerio, no entregar el informe final de cumplimiento de la meta de recolección y valorización de residuos de productos prioritarios, dentro del plazo establecido o entregar residuos de productos prioritarios a gestores no registrados ante el Ministerio. Luego, se definen algunas infracciones graves, como: no cumplir con las metas de recolección y valorización de residuos de productos prioritarios, no contar con la fianza, seguro u otra garantía, no declarar información, no cumplir con las obligaciones establecidas en los decretos supremos venideros, no cumplir con el requerimiento de información efectuado por la Superintendencia, no renovar la autorización del sistema de gestión, efectuar cambios al plan de gestión sin previa autorización o no entregar los informes de avance de cumplimiento de las metas de recolección y valorización de residuos de productos prioritarios, dentro del plazo; y luego algunas otras leves.

Se debe hacer notar, sin embargo, que la fuerza de las infracciones dentro de esta Ley es baja, ya que solo se apela a ciertas circunstancias para la determinación de la sanción, como el beneficio económico del infractor, que se puede leer como el beneficio al haber realizado la infracción, que de todas maneras no queda claro; la conducta del infractor, que como toda normativa apela a su actuar pasado; y la capacidad económica del infractor, excepto en el caso del sistema de gestión colectivo, que deja ver entre líneas una proporcionalidad de la multa en función de sus resultados y ejercicios presupuestales. Si bien el espíritu de la Ley es fomentar el reciclaje y la disminución de residuos dispuestos en rellenos o, visto de otra manera, no reutilizados siendo que tenían un potencial; presenta sanciones poco definidas, con planes de control y monitoreo a juicio del mismo elaborador de un informe anual y sin una definición de aumento de capacidad fiscalizadora de la Superintendencia. Una línea muy rescatable e innovadora en esta legislación, es que la infracción debiera estar en consecuencia con el beneficio del infractor, si es que se lee como “lo que ganó el infractor al no cumplir determinado decreto”; por lo que, si se refuerza esta línea a través de otro decreto o en el Reglamento de la Ley, podría ser una clave para incentivar el correcto cumplimiento, por parte de los privados o generadores de residuos, ya que no sería “económicamente rentable”, como en otras legislaciones, pagar la multa y seguir operando en una condición al borde o de frente, fuera de la ley.

Otro incentivo que se encuentra dentro de la Ley, para que empresas productoras de residuo cumplan con todas las exigencias expuestas, es que se desarrollará un proceso de certificación, rotulación y etiquetado, donde corresponderá al Ministerio del Medio Ambiente otorgar certificados, rótulos o etiquetas a personas naturales o jurídicas públicas o privadas, respecto de tecnologías, procesos, productos, bienes, servicios o

actividades, que sean voluntariamente solicitados y cumplan con los criterios de sustentabilidad y contribución a la protección del patrimonio ambiental del país, de acuerdo a los requisitos que establezca el reglamento respectivo. Esto sería un aliciente para los privados productores, ya que a ojos del consumidor y de la sociedad cada vez más responsable, o al menos informada, de los temas ambientales globales, movería su preferencia de consumo hacia los productos certificados y etiquetados como “sustentables” o que “contribuyen al patrimonio del país”, generando mayores beneficios para el productor.

Si bien es una Ley que promueve fuertemente la disposición responsable de residuos y más aún, de evitar disponerlos cuando tiene un valor económico, es decir, sea reutilizable o reciclable; deja muchos espacios abiertos a Decretos Supremos futuros, de los cuales se hace mención en esta Ley, pero de que no existen ni borradores, que permitan vislumbrar en qué dirección se manejarán. Sucintamente los temas que son dejados a criterios de futuros Decretos Supremos, son:

- Instrumentos destinados a prevenir la generación de residuos y/o promover su valorización;
- Mecanismos para prevenir la generación de residuos, incluyendo medidas para evitar qué productos son aptos para el uso o consumo;
- Metas y otras obligaciones asociadas de cada producto prioritario;
- Requisitos, exigencias y procedimientos para la autorización de importación, exportación y tránsito de residuos;
- Integración de distribuidores u otros actores relevantes a Sistemas Colectivos de Gestión;
- (a las Municipalidades) incorporar en sus ordenanzas municipales la obligación de separar los residuos en origen y fomentar el reciclaje;
- Gestión de instalaciones de recepción y almacenamiento;
- Cantidades máximas de generación de residuos;
- Quiénes serán los productores a los que les será aplicable la responsabilidad extendida del productor, previa consideración de su condición de micro, pequeña o mediana empresa.



3 | DESARROLLO DE LA TEMÁTICA

Para comenzar con el desarrollo de la temática, tal como se mencionó en los objetivos; una primera etapa implicó una revisión estadística de los datos disponibles y la normativa vigente. En esta segunda etapa se busca estudiar a los referentes de la mejor gestión de RSU a nivel mundial o que han logrado importantes avances en esta materia, al incluir políticas públicas que permitan el desarrollo de este tema dentro del país.

En este capítulo entonces, el objetivo es poder mostrar, explicar y comprender cómo países de distintas latitudes del planeta han logrado implementar políticas públicas, acciones, organizaciones o modelos de gestión de RSU, para considerarlos como referentes en este ámbito del estudio e incluso evaluar y replicar, con el adecuado acondicionamiento a la realidad país, de estas buenas prácticas en el Gran Santiago.

Se debe tener en consideración, tal como se estudió anteriormente, que la generación de RSU es una consecuencia directa de la actividad humana diaria y está estrechamente relacionada con los patrones de consumo que son de alcance local y generalmente dependen de factores sociales, culturales, económicos, medio ambientales y demográficos (Li, Fu, & Qu, 2011). Incluso se pueden considerar variables como desempleo, actividad turística, dinamismo de la economía y nivel educacional (Oribé-García, Kamara-Esteban, Martín, Macarulla-Arenaza, & Alonso-Vicario, 2015).

3.1. Estudio de referentes en la gestión de RSU.

Para poder comparar ciudades y estudiar las aplicaciones de buenas prácticas en la gestión de RSU se deben definir criterios por los cuales se podrá decidir si una ciudad, o un país, es comparable con otro. Estos criterios o variables independientes deberán explicar la generación de RSU, por lo que en una primera instancia se listarán características y atributos de los países/ciudades a priori seleccionadas, para estudiar y discutir cómo podrían influir en la generación o tipificación de RSU y llegar a una lista de países/ciudades que sean comparables y; así, evaluar si las prácticas, políticas y organizaciones de uno son adecuadas para estudiar la aplicabilidad en Chile.

A continuación y a partir de referencias bibliográficas de la gestión de RSU, se han resumido las siguientes variables que son mencionadas en distintos artículos de investigación o en documentos de análisis y estudio de reconocidas organizaciones de influencia mundial, como lo son el Banco Mundial, Banco Interamericano del Desarrollo o la Organización de Naciones Unidas, entre otros.

1. Producto Interno Bruto (PIB). La generación de RSU per cápita de un país está relacionada positivamente con el ingreso per cápita de este mismo (Zaman, 2016); es decir, a mayor nivel de ingresos de un país por persona, mayor es la generación de residuos de cada uno de ellos. El mencionado estudio toma como base la clasificación de ingresos mostrada en Tabla 3.1 (Hoornweg & Bhada-tata, 2012) y se agrega el promedio de generación de residuos per cápita de su grupo. Los países que están dentro de cada grupo se tabulan en Anexo A.

Tabla 3.1: PIB de grupo de países y su índice de generación de RSU promedio, per cápita. *Fuente: Hoornweg & Bhada-tata, 2012*

Grupo económico	Rango de ingreso, \$/cap	Generación RSU/cap. promedio
Alto (AI)	mayor a 12.275	2,1
Medio Alto (MAI)	3.976 – 12.275	1,2
Medio Bajo (MBI)	1.006 - 3.975	0,79
Bajo (BI)	menor a 1.005	0,60

Entonces, a mayor desarrollo económico y tasas de urbanización, mayor es la cantidad de RSU producidos. El nivel de ingresos y urbanización están altamente correlacionados, por lo que con el aumento de ingresos disponibles y el aumento del estándar de vida, el consumo de bienes y servicios crece, así como la cantidad de desechos generados. Esto queda claramente expresado, en que los residentes urbanos producen cerca del doble de desechos que los residentes rurales (Hoornweg & Bhada-tata, 2012).

2. Densidad poblacional. Callan & Thomas (2001) realizaron un estudio de 110 municipalidades en Estados Unidos para generar un modelo de costos de disposición de RSU en función de diversas variables, como las cantidades de residuo a disponer, la fracción reciclada, densidad de población, frecuencia de recolección, entre otras; encontrando que la densidad poblacional se relaciona con mayores costos medios de disposición, por lo que se considera que, dentro de la gestión de RSU es importante esta variable y no serán iguales las medidas que se tomen en una ciudad densamente poblada de una que no lo es tanto.
3. Nivel de Recolección de RSU. El nivel de recolección de RSU cobra relevancia a la hora de comparar ciudades/países, ya que difieren mucho entre estos aun incluso entre ciudades bien urbanizadas. La recolección de RSU se puede realizar en varias formas, pero en concepto, se refiere al traslado desde el punto de producción al punto de disposición o tratamiento. Las formas que normalmente se clasifica la recolección son (Hoornweg & Bhada-tata, 2012):
 - a) Casa a Casa: recolección en cada domicilio, donde el cobro es realizado en el instante y pagado directamente por el usuario. Normalmente asociado a países con muy bajo ingresos per cápita y bajos niveles de urbanización.
 - b) Contenedores comunitarios: los usuarios transportan su propia basura a los contenedores públicos situados en distintas ubicaciones dentro de un radio y recogidos con cierta frecuencia por la municipalidad de cada ciudad.
 - c) Retiro desde la vereda: los usuarios dejan sus desechos fuera de su casa y una unidad recolectora realiza retiros programados.
 - d) Entrega directa: los generadores de residuos, mismos usuarios, entregan los desechos en el punto de disposición o estaciones de transferencia.
 - e) Servicios Contratados: empresas privadas que toman la concesión de un área para gestionar los desechos.

Queda de manifiesto que, dependiendo del tipo de recolección que se tenga y su nivel de cobertura, se obtendrá el nivel de recolección final medidos, por ejemplo, como el porcentaje del total de desechos generados. Normalmente, los países con altos ingresos logran alto niveles de recolección respecto del total generado, llegando a un 97 %, como se muestra en Tabla 3.2 (Hoornweg & Bhada-tata, 2012). Esto vuelve a indicar que la principal variable de comparación podría ser el nivel de ingresos per cápita de una ciudad/país. Adicionalmente, se debe considerar dentro de este análisis, la variable de área de extensión de la recolección, ya que esta componente haría variar los costos del sistema de manejo y por ende la gestión de los RSU (Lombrano, 2009).

De acuerdo a estos criterios, se han desarrollado el análisis de datos para poder determinar qué países desarrollados del mundo son similares o comparables con Chile y, también, el mismo análisis a nivel de

Tabla 3.2: Nivel de recolección de RSU según ingresos per cápita. *Fuente: Hoornweg & Bhada-tata, 2012*

Grupo económico	Promedio de recolección, %
Alto (AI)	97
Medio Alto (MAI)	85
Medio Bajo (MBI)	68
Bajo (BI)	42

ciudades. Para poder desarrollar la estadística de manera acotada, se han seleccionado los países más desarrollados, los cuales se encuentran agrupados en la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), de acuerdo a los datos extraídos desde la base de datos de la Organización (<http://stats.oecd.org/>). Para obtener indicadores apropiados a cada criterio mencionado anteriormente, se obtiene la data del año 2015 de las variables: producto interno bruto, población y superficie de territorio.

En Tabla 3.3, se puede observar el resumen de los países miembros con las variables de relevancia para el análisis, ordenados de menor a mayor en función del ingreso per cápita. De estos datos se puede apreciar que Chile posee un nivel muy bajo de ingresos per cápita con respecto al resto de los países de la Organización y muy por debajo del promedio. Se puede ver, también, que el análisis por país es demasiado global y no permite mayor análisis.

Para revisar en detalle y poder tener mayor espacio de análisis con otros comparativos similares, se extiende este análisis de variables significativas al nivel de ciudades, desde la misma base de datos de la OCDE. En Tabla 3.4 se observan los valores de las principales ciudades informadas por los países OCDE, ordenados de la misma forma por ingreso per cápita. Cabe destacar que los países miembros reportan un total de 281 ciudades, las cuales se detallan en Anexo A. Para el caso de este apartado, solo se analizarán y discutirán acerca de las ciudades que estén en las cercanías de los valores que están reportados para Santiago. A modo de referencia se indica la ciudad con más alto ingreso per cápita: Seattle (N°1).

Los valores mostrados en las tablas son dólares americanos a precios constantes y poder de paridad de compra constantes, con año base para la OCDE año 2010. Los valores correspondientes a las ciudades, son valores estimados de 281 ciudades en áreas metropolitanas con más de 500 mil habitantes de más de países pertenecientes a la OCDE. El PIB ha sido calculado con metodología desarrollada por la OCDE en cooperación con la Unión Europea (OCDE, 2012).

Donde CL: Chile; CZ: República Checa; ES: España; IT: Italia; JP: Japón; KR: Corea; PL: Polonia; PT: Portugal; UK: Reino Unido; US: Estados Unidos de Norteamérica.

3.1.1. Indicador de similitud.

Para poder elegir ciudades similares en cuanto a las dimensiones antes expuestas, se propone usar un indicador compuesto por las variables de ingresos, superficie y población. El nivel de recolección de RSU se asumirá suficientemente alto, dado que para altos niveles de ingresos, esta es sobre el 97 %. Además, no existen datos de fuentes confiables para poder utilizarlos en un indicador que se usará como discriminador de ciudades.

Se analizan dos indicadores, ambos que multiplican los valores netos de las dimensiones seleccionadas, dentro de la raíz con exponente igual al número de variables usadas, es decir, su media geométrica. Luego se analizan los resultados y se seleccionarán las ciudades que queden cercanas a la ciudad objeto de estudio, en este caso Santiago como fiel representante de la Región Metropolitana y mejor aún del Gran Santiago. Se analizarán las varianzas y la razón varianza/promedio de las vecindades para guiar la selección.

En Tabla 3.5 se muestran los datos de las diez ciudades de alrededor a Santiago, ordenadas por el primer indicador: f_2 , el cual contempla las variables de ingreso per cápita y la densidad poblacional (el subíndice indica el número de variables consideradas en su cálculo). Este indicador, arroja una varianza del mismo de 0,06757. Los valores de ingresos per cápita y densidad poblacional arrojan una relación varianza/promedio de 4.918 y 91, respectivamente. Por otra parte, como los ingresos brutos de las ciudades, la

Tabla 3.3: Valores macroeconómicos de países de la OCDE y variables de interés para análisis de comparación. *Fuente: elaboración propia en base a OECD.stats, año 2015*

País	PIB per cáp USD/cap	PIB MMUSD	Población	Superf km2	Densidad hab/km2
Luxembourg	87.313	49.655	506.953	2.590	196
Norway	60.268	312.791	4.889.252	385.178	13
Switzerland	52.200	432.892	7.827.970	41.285	190
United States	51.450	16.548.573	309.347.100	9.831.510	31
Ireland	50.217	233.119	16.615.390	70.280	236
Netherlands	45.305	767.111	4.554.800	41.500	110
Australia	44.451	1.069.764	22.032.000	7.741.220	3
Sweden	44.090	432.042	8.361.069	447.420	19
Germany	42.850	3.496.061	5.547.683	357.170	16
Austria	42.755	368.585	9.378.126	83.879	112
Canada	42.242	1.515.362	81.776.930	9.984.670	8
Denmark	42.198	239.768	34.126.550	43.090	792
Iceland	42.186	13.938	10.920.270	103.000	106
Belgium	39.944	447.847	318.006	30.530	10
United Kingdom	38.378	2.498.313	5.362.000	243.610	22
Finland	37.582	205.920	62.917.790	338.420	186
France	36.721	2.434.607	61.914.640	549.087	113
Japan	35.162	4.458.108	60.483.380	377.962	160
Korea	34.396	1.741.440	128.057.000	100.266	1.277
New Zealand	33.657	155.529	46.562.480	267.710	174
Italy	32.677	1.984.325	4.350.700	301.340	14
Spain	32.209	1.495.340	49.410.370	505.940	98
Israel	30.854	258.458	11.153.000	22.070	505
Czech Republic	28.729	302.837	7.623.600	78.870	97
Slovenia	28.152	58.087	2.049.261	20.270	101
Slovak Republic	27.416	148.661	10.517.250	49.036	214
Portugal	26.245	271.682	10.573.100	92.220	115
Estonia	25.587	33.604	5.391.428	45.230	119
Greece	24.306	263.919	10.000.020	131.960	76
Poland	23.884	918.490	1.336.886	312.680	4
Hungary	23.854	234.708	38.516.690	93.030	414
Chile	20.766	374.714	17.094.280	756.096	23
Turkey	18.695	1.447.914	73.142.150	783.560	93
Mexico	16.424	1.987.388	114.255.600	1.964.380	58

Tabla 3.4: Ciudades de los países de la OCDE y variables de interés para análisis de comparación. *Fuente: elaboración propia en base a OECD.stats*

Ciudad	PIB per cáp USD/cap	Población hab	Superf km2	Densidad, hab/km2
US Seattle	85.447	2.644.466	11.173	237
PL Gdansk	27.367	1.091.850	2.616	417
MEX Centro	27.077	875.172	3.209	273
CZ Brno	26.652	639.026	2.359	271
JP Kochi	26.348	491.875	985	499
KR Jeonju	26.253	697.052	503	1.386
MEX Monterrey	26.088	4.152.115	10.984	378
PL Kraków	25.997	1.351.831	3.749	361
ES Las Palmas	25.812	658.958	790	834
ES Seville	25.446	1.421.045	4.164	341
UK Bradford	25.406	540.172	444	1.218
CL Santiago	25.176	6.393.831	4.557	1.403
JP Naha	24.897	1.145.731	419	2.735
PL Katowice	24.837	2.628.207	3.920	670
IT Bari	24.706	577.899	755	765
PL Łódź	24.384	956.156	1.694	565
KR Daejeon	24.337	1.565.511	996	1.572
PT Porto	23.663	1.300.285	952	1.367
KR Busan	23.316	3.447.182	725	4.756
CZ Ostrava	23.103	564.380	932	606
KR Gwangju	22.661	1.535.944	696	2.205
ES Málaga	22.653	834.023	1.623	514

superficie y la población son influyentes, se calcula la misma relación, obteniendo 173.135, 1.772.613 y 5.427. A modo de referencia, se informan las ciudades con el indicador más alto y más bajo. Con este indicador se podrían seleccionar ciudades pertenecientes a Corea y Japón, como las más similares; así también algunas de Estados Unidos, como San Francisco o Detroit.

Ahora se muestran los resultados en Tabla 3.6, acerca de las ciudades cercanas a Santiago, pero contemplando un f3, que contempla tres variables en media geométrica: producto interno bruto, población y superficie. La varianza para este indicador, contemplando de igual forma las 10 ciudades cercanas, es de 0,03915. De manera análoga, las varianzas/promedio para las mismas variables contempladas, en la cercanía de Santiago, son 15.594, 420.047 y 2.812; siendo estas significativamente menores que las encontradas con f2, anteriormente, por lo que se consideran suficientemente similares.

Con los resultados del factor f3, se podrían seleccionar ciudades como Monterrey, Boston o Berlín; encontrándose estas más cercanas a los números determinados como dimensiones válidas para evaluar una ciudad similar.

Entonces, en función de los valores de este indicador f3 y, considerando las ciudades que se encuentran en la cercanía del valor obtenido para Santiago de Chile, se enfocarán los esfuerzos de revisar las políticas públicas y acciones en cuanto a RSU se han realizado en aquellas ciudades. De no ser posible de acceder a información a nivel de ciudades, se revisarán iniciativas a nivel país, limitando la búsqueda a las 10 ciudades más cercanas al indicador, tanto hacia valores más altos del indicador como con las 10 que arrojan valores menores.

A nivel agregado de país, los que se encuentran más similares a Santiago de Chile según esta métrica, como cantidad de ciudades del país por sobre el total, son Estados Unidos (52 %), Australia (10 %) y Alemania (10 %). En menor grado de similitud, Italia y México con 5 %.

Tabla 3.5: Resultados ciudades similares a Santiago, indicador con cálculo de f2 con dos variables. *Fuente: elaboración propia en base a datos OECD.stats*

#	Ciudad	PIB per cáp USD/cap	Pobl hab	Superf km2	Densidad hab/km2	f2
1	JP Tokyo	41.636	34.970.411	8.592	4.070	13,02
49	UK Bristol	41.800	795.481	807	985	6,42
50	JP Hiroshima	34.976	1.402.833	1.193	1.176	6,41
51	BE Brussels	53.208	2.485.480	3.266	761	6,36
52	JP Nagasaki	28.765	516.411	382	1.353	6,24
53	US Detroit	52.000	3.863.924	5.244	737	6,19
54	KR Daejeon	24.337	1.565.511	996	1.572	6,19
55	IT Turin	38.237	1.747.614	1.781	981	6,12
56	DE Frankfurt	56.828	2.517.805	3.888	648	6,07
57	KR Jeonju	26.253	697.052	503	1.386	6,03
58	JP Kurashiki	33.346	577.828	531	1.089	6,03
59	CL Santiago	25.176	6.393.831	4.557	1.403	5,94
60	JP Kumamoto	28.695	973.384	814	1.196	5,86
61	JP Toyohashi	42.268	608.457	764	796	5,80
62	DE Bonn	47.988	746.013	1.067	699	5,79
63	ES Bilbao	38.047	997.311	1.141	874	5,77
64	JP Mito	36.130	590.245	644	916	5,75
65	US San Francisco	82.112	6.848.028	17.090	401	5,74
66	IT Rome	46.581	4.008.095	5.686	705	5,73
67	PT Porto	23.663	1.300.285	952	1.367	5,69
68	JP Takamatsu	31.849	604.256	599	1.009	5,67
69	JP Sendai	32.806	1.576.718	1.659	951	5,58
281	MEX Durango	13.149	582.267	9.185	63	0,91

3.1.2. Experiencia en países desarrollados.

En los capítulos anteriores se ha mencionado la relación que existe entre el desarrollo económico de una población y la generación de residuos, siendo esta una correlación positiva, i.e., mayor nivel de ingresos económicos implica mayor generación de residuos. Dada esta premisa, que pudo ser verificada empíricamente en la revisión de metadatos de más de 150 países, es que se estudiará en detalle cómo las naciones con mayores ingresos económicos han enfrentado la problemática de generar una gran cantidad de residuos netos y además la mayor cantidad específica de residuos, con el fin de poder obtener aprendizajes y recolectar las mejores prácticas para el caso de análisis del Gran Santiago.

Se revisará, inicialmente, los datos de los países que componen la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), dado que se agrupan las naciones más desarrolladas del mundo y, también, tres economías emergentes; coincidentes con los que se analizaron bajo el indicador f3. Hoy son 34 los países que lo componen, luego de haber sido fundada hace 50 años, con 18 estados europeos más Canadá y Estados Unidos.

Según se mencionó, dentro de la OCDE la mayor proporción de países son los que componen la Comunidad o Unión Europea, por lo que se revisarán las directivas de esta agrupación de países, que les es común en varios aspectos políticos de cada país, dentro de los cuales está el tema de la gestión de residuos. Luego, se revisarán los casos de otras economías grandes, como lo son Estados Unidos y Australia dada el alto nivel de similitud f3 revisado en el apartado anterior.

Durante el año 2015 se pone en contexto la situación de la gestión de RSU de la UE de los años pasados lo que genera preocupación general de los estados miembros, ya que bajo la visión que presentan lo entienden como que “la economía de la Unión pierde actualmente una cantidad significativa de posibles materias primas secundarias que se encuentran en los flujos de residuos” (Directiva 2015/0275 COD). Esta visión responde al concepto de economía circular, que busca minimizar la generación de residuos, entendiendo

Tabla 3.6: Resultados ciudades similares a Santiago, indicador con cálculo de f2 con dos variables. *Fuente: elaboración propia en base a datos OECD.stats*

#	Ciudad	PIB p.cáp USD/cap	Pobl hab	Superf km2	Dens hab/km2	f3
1	US LA	51.315	17.053.746	83.682	204	10,84
21	AUS Sydney	42.764	4.555.516	12.229	373	2,23
22	US Denver	61.541	2.551.341	21.794	117	2,08
23	AUS Melbourne	39.274	4.105.857	10.103	406	1,91
24	US Seattle	85.447	2.644.466	11.173	237	1,90
25	CAN Montreal	34.885	4.169.715	10.963	380	1,90
26	JP Nagoya	39.643	6.405.306	3.943	1.624	1,86
27	US San Diego	58.252	3.095.313	11.029	281	1,84
28	US Portland	65.986	2.226.009	17.657	126	1,81
29	US Boston	83.524	3.639.144	4.830	753	1,75
30	MEX Monterr	26.088	4.152.115	10.984	378	1,74
31	CL Santiago	25.176	6.393.831	4.557	1.403	1,69
32	DE Berlin	37.701	4.374.708	6.176	708	1,65
33	US St Louis	51.510	2.559.926	13.002	197	1,64
34	IT Rome	46.581	4.008.095	5.686	705	1,63
35	US Kansas	53.427	2.009.344	19.095	105	1,61
36	US Philadel	58.779	4.024.830	4.327	930	1,61
37	US Detroit	52.000	3.863.924	5.244	737	1,59
38	US Sn Antonio	39.479	2.142.508	19.127	112	1,54
39	PL Warsaw	46.013	2.981.198	8.612	346	1,53
40	DE Munich	63.592	2.844.749	6.263	454	1,49
41	AT Vienna	47.307	2.683.251	9.093	295	1,47
281	JP Nagasaki	28.765	516.411	382	1.353	0,14

estos ahora como materias primas para el mismo u otro fin.

En 2013 se generaron en el total de la UE unas 2.500 millones de toneladas de residuos, de los cuales 1.600 millones de toneladas no se reutilizaron ni reciclaron y, por tanto, supusieron una pérdida para la economía europea (OECD Stat, 2015). Se estima que podrían reciclarse o reutilizarse unas 600 millones de toneladas adicionales. A modo de ejemplo, únicamente se recicló una parte limitada (43 %) de los residuos municipales generados en la UE, depositándose el resto en vertederos (31 %) o sometándose a incineración (26 %). En lo que respecta a la gestión de los residuos, la UE se enfrenta además a grandes divergencias entre Estados miembros. En 2011, mientras que seis de estos depositaban en vertederos menos del 3 % de los residuos municipales, 18 depositaban más del 50 % y en algunos casos más del 90 % (Directiva 2015/0275 COD).

Para lograr revertir esta situación es que la mencionada Directiva tiene como objetivos mejorar las prácticas de gestión de RSU, estimular la innovación en procesos de reciclaje, limitar el uso de vertederos y crear incentivos para modificar el comportamiento de los consumidores. Con esto esperan reportar ventajas significativas: crecimiento sostenible y creación de empleo, reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, ahorro directo ligado a mejores prácticas de gestión de los residuos y mejora general del medio ambiente.

Para esto se han debido actualizar varias Directivas que tienen relación para la consecución de los objetivos planteados, como la existente para manejo de residuos del año 2008, envases y residuos de envases, vertido de residuos, vehículos a fin de vida útil, pilas y acumuladores y la de aparatos electrónicos.

En resumen, la Directiva 2015/0275 COD, indica, dentro de otros:

- Elevación del objetivo de preparación para la reutilización y el reciclado de residuos municipales al 65 % para el 2030.

- Elevación del objetivo de preparación para la reutilización y el reciclado de residuos de envases y simplificación del conjunto de objetivos.
- Limitación gradual de los vertidos de residuos municipales al 10
- Mayor armonización y simplificación del marco jurídico de los subproductos y del fin de la condición de residuo.
- Nuevas medidas para promover la prevención, incluida la prevención de residuos alimentarios, y la reutilización.
- Introducción de unas condiciones mínimas de funcionamiento de la responsabilidad ampliada del productor.
- Introducción de un sistema de alerta temprana para supervisar el cumplimiento de los objetivos de reciclado.
- Simplificación y racionalización de las obligaciones de comunicación de datos.

Dentro del análisis del texto de esta Directiva, se pueden resaltar los siguientes conceptos de lineamiento político, principales:

1. Prevención de la generación de residuos. Esta es la medida más eficaz para mejorar la eficiencia en la utilización de los recursos y reducir el impacto ambiental de los residuos. Los estados miembros deben estimular y adoptar medidas adecuadas para evitar la generación de residuos, en primera instancia. Esto va acompañado de una promoción para la prevención de residuos alimentarios en consonancia con la Agenda de Desarrollo Sostenible para 2030, adoptada por la Asamblea General de las Naciones Unidas el 25 de septiembre de 2015, y en particular con su objetivo de reducir a la mitad los residuos alimentarios para 2030. Esas medidas deben tener como finalidad prevenir los residuos alimentarios en la producción primaria, la transformación y la fabricación, la venta minorista y otros tipos de distribución de alimentos, en restaurantes y servicios alimentarios, así como en los hogares.
2. Responsabilidad Extendida del Productor (REP). Es considerada como un elemento esencial en la gestión de residuos de manera eficiente. Al respecto, se enfatiza en que se debe contribuir a que los costos de fin de vida se incorporen a los precios de los productos y a que se proporcionen incentivos a los productores para que tengan más en cuenta la reciclabilidad y la posibilidad de reutilización a la hora de diseñar sus productos.
3. Desarrollo de una mejor y mayor infraestructura de reciclaje. Para esto se revisa la necesidad de generar objetivos y metas de largo plazo que permitan a los estados miembros, adoptar las medidas e inversiones que aseguren este punto. Este punto guarda alta relación con la creación de economía circular y con el hecho de que algunas materias primas han sido definidas por la UE críticas dado el riesgo para la salud en su suministro (Directiva 2014/297 COM).
4. Mejora en la entrega de datos y seguimiento de cumplimiento. Se identifica la necesidad de mejorar la gestión de los datos relacionado con los residuos. Esto implica crear, mejorar y adoptar tecnologías de información, desde el registro de datos de las actividades sujetas a REP hasta la declaración de generación, disposición y reciclaje de residuos. Además, esta información debe ser estándar para todos los estados miembros, junto con la generación de indicadores cuantitativos y cualitativos comunes para todos.

A modo de ejemplificar la aplicación de estas directivas, destaca dentro del ámbito europeo la gestión de RSU llevada a cabo en Alemania, específicamente en Berlín, donde desde las últimas dos décadas las cantidades generadas de residuos han caído dramáticamente y la cantidad de residuos recuperados o reciclados, aumentado (Zhang, Keat, & Gersberg, 2010). En Berlín existe la Berliner Stadtreinigungsbetriebe (BSR), empresa municipal en forma de una institución pública la cual está dirigida por un consejo municipal y que fue creada en 1951. La BSR es una de las empresas líderes de la gestión de residuos en Europa, con alrededor de 5.300 empleados y una flota de 1.600 vehículos, donde la mayoría están especialmente adaptados a propósitos específicos, con los cuales se han logrado recolectar y disponer más de 1 millón de toneladas de residuos.

Las principales actividades de la BSR incluyen el tratamiento seguro y compatible con el medioambiente de residuos domésticos y orgánicos, la promoción para evitar la generación de residuos y consultorías de gestión de residuos. Esta entidad se financia a sí misma a través del pago de la cuota de recolección y otros costos por servicio, siendo una organización sin fines de lucro, por lo que la reducción de costos beneficia directamente a los contribuyentes. Los tratamientos de los residuos se realizan en modernas plantas que pueden ser netamente de BSR o alianzas público-privados.

En la Figura 3.1, se muestra como desde 1992, año posterior a la primera ordenanza para la gestión de RSU, se ha logrado reducir progresivamente la cantidad de residuos generados. En la gráfica se ven, en orden de aparición en la barra de datos: residuos de barrido de calles, residuos del sector comercial, residuos domésticos grandes y residuos sólidos urbanos.

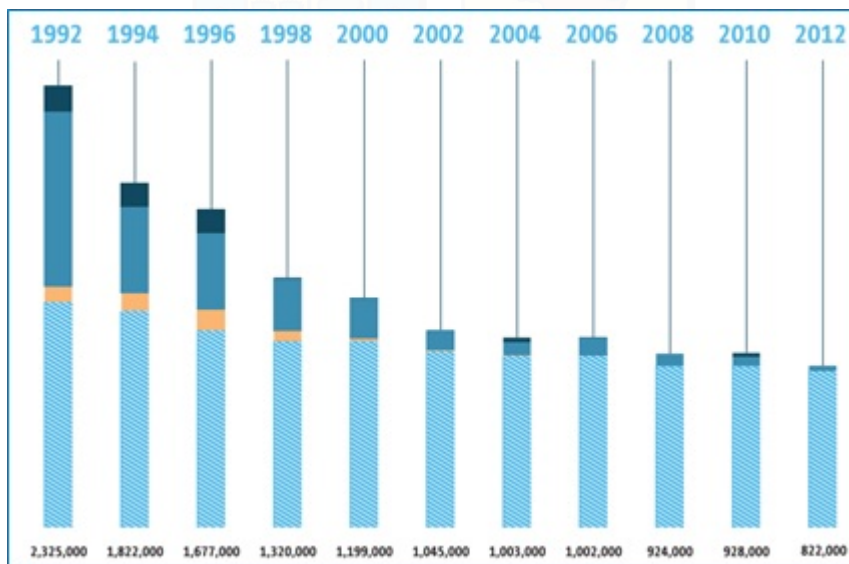


Figura 3.1: Evolución de la disminución de RSU generados en la ciudad de Berlín, periodo 1992-2012. Fuente: Berlin Senate Department for Urban Development and the Environment, 2013.

Los lugares de tratamiento que existen en la ciudad de Berlín, son variados para poder gestionar adecuadamente cada residuo según sus características, para hacerlo de la manera más eficiente. Los tipos de instalaciones que se pueden encontrar en Berlín son:

1. Planta MHKW Ruhleben para producción de energía. Es la principal de la ciudad y tiene como capacidad 520.000 toneladas al año. Es una instalación de incineración de residuos, donde los gases de combustión salen a 850 °C y son entregados a una planta de producción cercana, donde se genera electricidad y entrega de calor distrital. Después de la incineración, cerca de un 25 % del peso original queda como cenizas o escoria. Después de la incineración, cerca de un 25 % del peso original queda como cenizas o escoria. De esta escoria se obtiene metal chatarra, alrededor de 12.000 ton/año que son comercializadas. Las cenizas o escoria remanentes, se utilizan para los cierres de sectores de los rellenos sanitarios o para preparar superficies de nuevos sectores de estos.
2. Plantas de Estabilización Físico-Mecánico. BSR, a través de una alianza público-privada opera dos plantas de este tipo, que tratan en conjunto un total de 220.000 toneladas anuales. Básicamente, en estas instalaciones se separan elementos que posean valoración económica inicialmente a través de elementos mecánicos, como metales. Luego, a través de procesos de secado, se reduce un 30 % del peso inicial, con lo que se pueden distribuir residuos que van a ser combustibles para hornos cementeros o plantas generadoras de energía; y los no combustibles, que serán nuevamente destinados a otro lugar de reciclaje o a disposición final. Este tratamiento, en global, tiene un 95 % de recuperación para waste-to-energy.
3. Plantas de Biogás. Dada la recolección separada de la materia orgánica en Berlín, se puede realizar

rápida y eficientemente una digestión anaerobia seca, para reducir el volumen total de residuos y producir suficiente biogás para operar con 150 vehículos que lo utilizan como combustible, luego de un proceso de limpieza y concentración de metano.

4. Planta de Reciclaje de materiales varios. Operando desde el año 2005 por una empresa privada es conocida como la Planta más moderna de reciclaje de materiales de envasado en Europa, con una capacidad de tratamiento de 140.000 ton/año. Los materiales que separa son metales, madera, cartón/papel y varios tipos de plástico para luego ser enviados a plantas de reciclaje específicos. De estos, un 50 % posee un alto poder calorífico por lo que se destina a plantas de producción de energía.

La distribución de los distintos tipos de residuos se muestra en la Figura 3.2, donde un 38 % del total es papel y un 27 % es material orgánico. El resto se reparte entre envases ligeros, vidrio y plásticos separados.

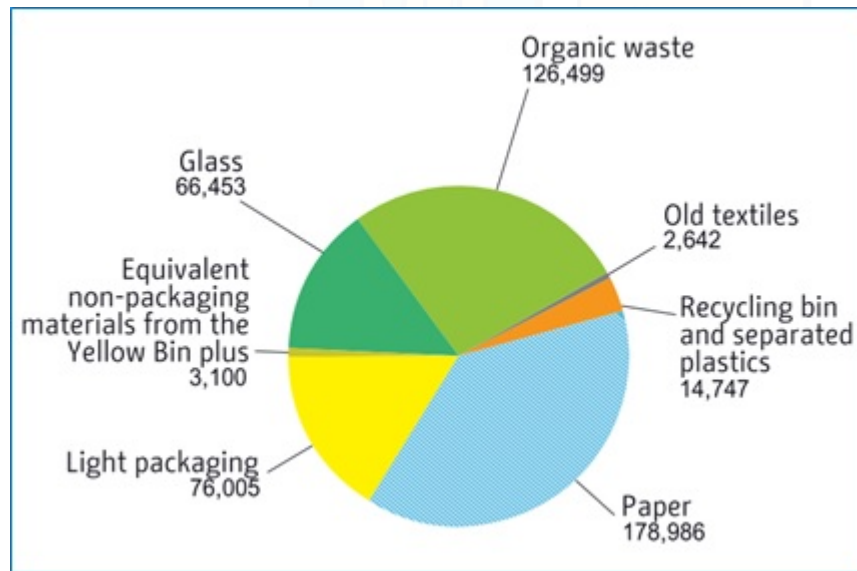


Figura 3.2: Distribución por tipo en los RSU de Berlín. Fuente: Berlin Senate Department for Urban Development and the Environment, 2013.

Un factor que se ha detectado como clave de éxito, es la fijación de objetivos a largo plazo (diez años), acompañados de auditorías de residuos de manera anual, para ir ajustando las acciones que se deben realizar para la consecución de las metas planteadas. Solo por la gestión de RSU que se ha presentado, Berlín pretende reducir en un 25 % las emisiones de CO₂-equivalente en el periodo 2010-2020 (Berlin Senate Department for Urban Development and the Environment, 2013).

Por otra parte, los municipios italianos, siguiendo las Directivas de la UE y a través de las leyes nacionales de Italia han hecho migrar los objetivos de reciclaje desde 35 % en el 2006 a 65 % en el 2012, lo cual hace ver que el sistema de gestión italiano busca cumplir objetivos de reciclaje estrictamente (Greco, Allegrini, Del Lungo, Gori Savellini, & Gabellini, 2015).

La gestión de residuos en los municipios italianos se realiza a través de contratos privados y con empresas públicas, donde los objetivos de reciclaje se le entregan a cada municipalidad. El no cumplimiento supone multas para ellos, por lo que han reaccionado en traspasar esta exigencia hacia el ciudadano a través de altos impuestos a la disposición en rellenos sanitarios. Esto se debe conjugar con los altos costos que supone la separación de residuos, para tan altos porcentajes de reciclaje fijados. Respecto de la generación de residuos, a contar del año 2006 al 2010 se ha visto un leve decrecimiento en la tasa de generación, pasando de 1,51 a 1,45 Kg/háb/día (Ferraris & Paleari, 2013). Del total de generación de RSU de Italia, la mayor parte se ha dispuesto siempre en rellenos sanitarios, incumpliendo en algunos años la Directiva UE acerca del uso de rellenos, donde se indica que para el año 2008 se debía contar con un 45 % de material separado y reciclado.

Otra de las metas impuestas por la Comunidad Europea que debía cumplir rápidamente, era que no se debía disponer más del 75 % de materia orgánica en los rellenos, base del año 1995. Para lograr esto, junto a los ambiciosos planes de reciclaje, se adoptó una fuerte alza a los impuestos por disponer de RSU en los rellenos, desde 14 a 19 euros/tonelada. Esto contribuyó a poder alcanzar la meta de disposición de material biodegradable y la de reciclaje, en un periodo de 10 años (Ferraris & Paleari, 2013).

Italia posee en su territorio, distintas formas de reaprovechar los potenciales de los RSU, contado entre ellos: separación de residuos en origen, producción de energía a través de la combustión de RSU, plantas de tratamiento mecánico-biológico, que tiene por función separar la materia orgánica y preparar el material para la combustión y los rellenos sanitarios de disposición final.

En el continente americano, para el caso de los Estados Unidos se observa una temprana gestión de RSU orientada hacia la disminución de la generación y el reciclaje, incluso en los años '70. Como modelo de gestión se tuvieron, desde 1960, una fuerte presencia de empresas privadas que ya manejaban sus residuos comerciales e industriales, los que fueron abarcando los RSU de las ciudades a petición de sus municipalidades, ya que poseían la logística y capacidad de manejo de volúmenes mayores (Melosi, 1981). Ya luego en 1989 la EPA fija el objetivo de reducir un 25 % la disposición de RSU en rellenos sanitarios en un plazo de cuatro años, que luego fue elevada a 35 % (Kollikkathara, Feng & Stern, 2008).

En la década de los '90 con la implementación de segregación en origen y la recogida de estos residuos en la acera se logró para el año 2007 una tasa de reciclaje de 32 % en todo el país, aunque muchas localidades superaron el 40 %; lo que se logró con compostaje de materia orgánica, reciclaje de papel, vidrio y metales y reducción de generación de residuos (Kollikkathara, Feng & Stern, 2008). Aun cuando, por ejemplo en el estado de Nueva Jersey para el año 2007, ya no había financiamiento estatal para los programas de reciclaje, los costos de disposición habían bajado y había menos educación de la ciudadanía; el programa que se tenía implementado lograba un 34 % de material reciclado (Hester, 2007).

3.2. Propuestas para la mejora de la gestión de RSU del Gran Santiago.

Dentro de la presente sección se desarrollarán las propuestas de mejora en la gestión de RSU, en función de los casos estudiados en el capítulo anterior, con miras de la construcción de una política pública con acciones a distintos plazos. Cabe destacar que la orientación del desarrollo de la solución, irá en una línea de generar una política integral conlleven a una gestión de RSU de clase mundial. Se abordarán estrategias de desarrollo, costos a nivel de perfil y sugerencias de autocontrol para la revisión del cumplimiento de la política, como un sistema de gestión para determinar cuándo se esté frente a una desviación y poder tomar acciones al respecto. Del estudio de antecedentes que se desarrolló anteriormente, se puede resumir tres líneas de acción que son propuestas para definir finalmente una propuesta de plan de acción de largo plazo. Estas son:

1. Gestión Técnica.
2. Gestión de Costos.
3. Desarrollo tecnológico.

3.2.1. Gestión Técnica.

3.2.1.1. Creación de una Base de Datos de RSU generados a nivel país.

Para comenzar con cualquier tipo de gestión que se requiera hacer se debe contar con datos fiables para poder hacer gestión, que será de vital importancia para poder discernir si las políticas aplicadas son efectivas, eficientes y/o eficaces. Hoy en día se poseen escasos resultados agregados por comunas sin detalles de las principales actividades por sectores económicos, cuánto es la producción real de residuos, cuánto

Tabla 3.7: Propuesta de Gestión Técnica-Base de Datos

Objetivo	Reportar la cantidad y caracterización de RSU producidos en el país, en una base de datos pública
Beneficios Esperados	Aumento del conocimiento específico del problema RSU Mejora en la gestión de RSU Transparencia para el sistema
Línea Base	Catastro actual de Ton RSU medidas/comuna/año, por tipo de disposición: relleno y reciclaje; y tipo de residuo: orgánico, papel + cartón, metales, construcción, poda, otros
Meta	Poseer 100 % pesaje real de RSU en cada destino y por tipo de residuo, al año 2020, en todo el país
Indicador de Gestión	Número de comunas con reporte / número de comunas total

se recicla e incluso cuánto se encuentra en disposiciones clandestinas. En ocasiones dentro de los estudios revisados, no todos los datos de RSU son tan fiables dada la escasez de estos mismos o las estimaciones que se realizan, datos muy antiguos, ausencia de captura de estacionalidades, falta de historia estadística, entre otros (Wilson et al, 2012).

Para poder llevar a cabo una gestión adecuada de datos, se deberá exigir a las empresas la declaración de sus residuos mes a mes para poder comenzar a crear una base de datos suficiente para permitir tomar decisiones con mejor información en el futuro. La aplicación de esta actividad, que deberá ser parte de una Ley para determinar su cumplimiento, deberá tener gradualidad en función de los recursos de cada empresa, tamaños y conocimiento que posean de la cantidad de residuos que generan. De esta manera, mediante un análisis de Pareto se podrían priorizar las empresas que más producen RSU para que estas comiencen antes a generar información de la cantidad de residuos. Por otra parte, se deberá contar con la información que posean los administradores de los Rellenos Sanitarios, para contrastar esta información y verificar que los balances de masas estén en orden.

Cabe notar que para transparencia hacia la ciudadanía, información para el mercado y aumento de trabajos técnicos y académicos del tema, toda la información que se genere con relación a RSU debiera ser de conocimiento público y libre acceso. Esto promocionará sobre todo la investigación en este tema a nivel de la academia y centros especializados que podrían explorar mejores soluciones hacia el futuro y generar innovación tecnológica y de procesos en el sector.

En Tabla 3.7 se define a propuesta concreta, identificando plazos y metas.

3.2.1.2. Reducción de la producción de RSU.

Todos los países desarrollados estudiados, en sus inicios de gestión de RSU comenzaron con objetivos y metas que se tradujeron en normativa y estímulos a la reducción de producción de residuos. Esta reducción inicial de la generación de RSU permite que en el futuro las inversiones de infraestructura serán más eficientes, al tener que construir menores tamaños de disposición final, extender la vida útil de los rellenos sanitarios existentes o menores tamaños de futuras plantas de tratamiento para RSU. Asimismo, se deben estudiar los efectos positivos que esto produce en la disminución de recolección y transporte de residuos a través de la ciudad, con las externalidades negativas conocidas: olores molestos, ruidos y contaminación por los camiones de transporte.

Para lograr esto, se plantea la aplicación a corto plazo de la Responsabilidad Extendida del Productor (REP), una práctica impulsada por la OCDE a sus estados miembro que resulta ser una política pública orientada directamente a la reducción de la producción de residuos, a través de penalizar al productor cuando este no se preocupe de la disposición de los residuos generados por el uso/consumo de su producto/servicio. Este riesgo de penalización por incumplimiento provoca que el productor revise sus procesos y la forma de entregar sus productos/servicios para evitar caer en este costo, que irá en merma de su estado de resultado y aún más en su imagen empresarial.

Tabla 3.8: Propuesta de Gestión Técnica-Reducción de la producción de RSU

Objetivo	Reducir la cantidad de residuos generados
Beneficios Esperados	Aumento de la vida útil de los rellenos sanitarios existentes Reducción de costos y externalidades negativas de transporte de RSU al interior de la comuna
Línea Base	Generación per cápita de RSU medidos en relleno sanitario kgRSU/háb/día
Meta	Reducción de 25 % de los RSU per cápita que se disponen en rellenos sanitarios para el año 2025 Reducción del 40 % al año 2035
Indicador de Gestión	TonRSU cumple Ley REP / TonRSU Totales país

La implementación de esta REP deberá ser a través de una Ley del Estado que ampare reglamentos técnicos para la ejecución de las iniciativas que deberán llevar a cabo las empresas privadas, limitando el rol de cada uno: productor, intermediario, municipio y consumidor. La incorporación de esta Ley abre todo un nuevo mercado donde se transarán materiales a reciclar, a través de empresas gestoras de residuos, lo que se convierte en una excelente oportunidad de generación de nuevas empresas y nuevos empleos. Se deberá monitorear el comportamiento de este nuevo mercado para evitar monopolios, generar una fuerte política de educación hacia las personas para que comprendan los efectos de sus acciones dentro de esta Ley y avanzar hacia una segregación en origen, actividad que se encuentra tácita en la aplicación de esta normativa. En conjunto con esto, se plantea desarrollar políticas de estímulo a la disminución de RSU a niveles de PYMES y agregados comerciales como restaurant, centros comerciales y otros equivalentes, aunque generar estas sinergias entre distintas empresas y aprovechar economías de escala en la recolección y transporte de los RSU reciclables será parte de la acción natural de la empresa gestora de residuos.

Finalmente, luego de comprender cómo se hará la implementación, queda lo más importante: cuánto se reducirá. Según se revisó en los casos de los países que tienen ciudades con similitudes con Santiago en términos de variables que afectan los RSU, la definición de una tasa de reducción a un plazo definido es la clave para que las organizaciones del Estado comiencen a velar por un fin y también a programar sus actividades futuras con miras de cumplirlo. Esto, por supuesto, debe venir acompañado de presupuestos y ayudas del gobierno central hacia las administraciones locales; lo que supondrá una mejor gestión de los costos asociados a la gestión de RSU. Como se verá en el apartado de costos, existen alternativas que vislumbran que se podría lograr, ya que existirán recursos disponibles.

En Tabla 3.8 se define a propuesta concreta, identificando plazos y metas propuestas con la experiencia que se ha podido recabar de otras ciudades.

3.2.1.3. Formación de Capital Humano.

Para mantener en funcionamiento continuo este sistema de gestión de RSU, se debe contemplar personal calificado en esta materia para la gestión, actualización e innovación en las tecnologías de esta materia, tanto en el Estado, a modo de contraparte, en el mundo privado empresarial y en la sociedad civil.

Se deberá planificar una formación técnica y administrativa tanto en organismo públicos como la promoción de estos en el mundo privado que conlleven al global de la sociedad hacia un camino de gestión sustentable de residuos; contemplando hábitos de consumo, buenas prácticas, diseño eficiente y aprovechamiento de estos RSU. Se deberá cuantificar, medir y comunicar los beneficios de la aplicación de una Ley REP en cuanto a reducción de consumos de energía en los procesos de manufactura, emisiones al medio ambiente evitadas y menos materias primas utilizadas en pos de que la ciudadanía capte los beneficios por lo que está pagando. Según Sidique et al. (2010) mayores niveles educacionales contribuyen positivamente al ratio de reciclaje e, incluso, Jones et al. (2010) encuentran que existe una relación positiva hacia la minimización del volumen de residuos, considerando la influencia social, la credibilidad institucional y el apego al cumplimiento de las normas sociales. Todo lo mencionado se puede lograr a través de campañas

Tabla 3.9: Propuesta de Tratamiento de RSU a nivel agregado

Objetivo	Aprovechar situaciones de mercado agregado para mejora de la eficiencia de los procesos
Beneficios Esperados	Reducción de costos del proceso Aumento de la eficiencia de la recolección y tratamiento
Acciones	Desarrollar un estudio económico de detalle, simulando mercados agregados en el Gran Santiago Modelar con herramientas de gestión de operaciones el número de servicios óptimos con la infraestructura existente
Meta(s)	1 estudio económico al año 2018 1 implementación al año 2020
Indicador de Gestión	Seguimiento del avance del estudio, % avance N° de servicios agregados implementados/ N° potencial

de difusión y comunicación potente, además de capacitaciones y formaciones más estructuradas. Se revisará en apartado de costos, cómo el ciudadano y, finalmente, toda la cadena de suministros de los productos podrá terminar pagando por la aplicación de la Ley REP, por lo que se necesitará de una comunicación de beneficios clara y extendida.

3.2.2. Gestión de Costos.

3.2.2.1. Servicio agregado.

Bajo la experiencia de otras ciudades, se plantea analizar la alternativa de gestionar el servicio de recolección de manera agregada y no solo usar la restricción política de la división por municipalidades.

La escala geográfica, también, ya no es necesariamente local. La gestión del flujo completo de materiales y sustancias puede dar lugar a ciclos y a la creación de «efectos en cascada» que normalmente tendrán lugar en una escala geográfica más amplia que la local. Se contempla la posibilidad de realizar importaciones y exportaciones de residuos (Porter, 2002; Buclet et al., 2002). De acuerdo a André & Cerdá (2009), también, aparecen “regiones de residuos” que serían lugares apropiados para aprovechar las economías de escala, en un diseño previamente deliberado. Los gobiernos centrales y regionales desempeñan un papel mucho más importante en esta nueva propuesta de hacer gestión de RSU, ya que son ellos los que deben fijar las pautas y las políticas públicas, estableciendo instrumentos tales como prohibiciones, impuestos y tributos, incentivos o inversión pública.

Se vislumbran beneficios entonces de un mayor poder de negociación, economías de escala que reduzcan el costo directo del servicio y volumen de negocio más atractivo para los oferentes. Además, esto potenciaría la creación de una unidad supra municipalidades, que, al estilo de ciudades como Nueva York, tendría una figura de alcalde metropolitano, dadas las características de cohesión entre las comunas del Gran Santiago. Se destaca en Greene & Tonjes (2014) como la similitud entre las municipalidades dentro del gran estado de Nueva York potencia la interacción entre ellas en los que a RSU se refiere y cómo se pueden generar indicadores para el seguimiento de una política estatal de amplio alcance territorial.

En la misma línea de análisis, Lombrano (2009), da cuenta de que en términos de costos y de efectividad en la reducción de producción de RSU se logra con procesos de recolección y disposición donde las áreas son mayores que solo simples y pequeños municipios. Esto se explicaría por el mejor aprovechamiento de las instalaciones y economías de escala; lo que permitiría una mayor recuperación de materiales a reciclar. En Tabla 3.9 se resume la propuesta de iniciativa.

Las características negativas o problemáticas iniciales, tendrían relación con la necesidad de una unidad intermunicipal que administre este contrato, que podría verse desde un lado negativo, ante la necesidad

de creación de esta entidad y mayor burocracia y cambio en la normativa que regula los presupuestos municipales.

Adicionalmente se debe definir un modelo de gestión en este ámbito, ya que se pueden tener dos líneas a seguir (Massarutto, 2006): un mercado con competencia o un monopolio regulado. Esta última, a imagen de lo que sucede hoy con el agua en la RM por ejemplo, es una opción viable dado que se requiere una fuerte supervisión de las acciones de los agentes responsables de RSU por los efectos negativos de posibles negligencias o acciones ilegales por parte de privados en un mercado. Asimismo, en materia de existencia de competidores, estos pueden ser muy escasos para generar competencia en una gestión integral, por lo que surge naturalmente la opción de un monopolio regulado. Una concesión a mediano plazo permitiría realizar las inversiones necesarias para alcanzar un alto estándar y evitar futuros problemas con los RSU en el crecimiento de la ciudad, a través de capitales privados, pero con regulación en la inversión. Así, todos los ciudadanos pagaríamos la “cuenta de la basura” tal cual se paga la del agua hoy, la cual incorpora costos de operación y mantenimiento más las inversiones necesarias para mantener el sistema. Por otra parte se vislumbra la posibilidad de generar un mercado competitivo lo que se podría generar separando las actividades de recolección y tratamiento/disposición. Esto permitiría elegir, económicamente, cuál destino final o qué mezcla de alternativas de disposición final elegir para los RSU (Massarutto, 2006). Adicionalmente, la motivación económica de las firmas estimularía la inclusión de tecnologías que fueran rentables para el tratamiento de estos. Un ejemplo de competencia sería la opción de reciclar versus disponer, si existen actores distintos para este mercado.

Se plantea entonces, que debe ser estudiado en detalle un modelo económico para la gestión sustentable de RSU, evaluando mercados competitivos y monopolios regulados e incluso ambos en distintos espacios temporales. Para esto se requiere de herramientas de microeconomía y organización industrial, dejando espacio para un estudio enfocado solo en este tema.

3.2.2.2. Mejora de Recaudación Financiera.

Si bien se pueden realizar mejoras del tipo de gestión en cómo se administran hoy los RSU, una buena parte de las oportunidades que se presentan en esta área, conllevan altas inversiones en infraestructura y aumentos de gastos operacionales, para obtener un estándar mayor del que se tiene hoy como sociedad. Al analizar el histórico de pagos desde el usuario hacia la municipalidad, por concepto de recolección y disposición de residuos, se notan como oportunidades de mejora: nivel de deuda alto del usuario; importante fracción de unidades familiares con beneficios de pago exento o rebajado; existen flujos de dinero asíncronos, ya que mientras la Municipalidad paga mensualmente el servicio, el usuario lo hace al trimestre y el valor de este pago es solo para la cobertura de los costos del servicio.

Ante esto, se propone desarrollar una línea financiera que contemple:

- Cambiar la obligación de cobro hacia una frecuencia mensual y modificar el sistema de recaudación hacia un modelo que incluya la recaudación de este servicio en una cuenta de otro servicio básico que posea un régimen de pago alto por el usuario, como lo es el agua o la electricidad. Esto tendrá como beneficio una mayor recaudación por parte de la administración, evitando que el servicio de RSU sea costado con dineros de la gestión estatal; una concientización del ciudadano hacia el servicio de RSU al ser recurrente y llevarlo a un nivel similar de cotidianeidad, como el agua y la electricidad. En este sentido, la obligación de pago de los derechos de aseo domiciliario tiene como fuente el decreto ley N° 3.063, de 1979 la que se presume conocida desde su publicación, de manera que, aun cuando eventualmente no hubieren llegado los avisos de cobro de aquéllos al domicilio de la recurrente, esa situación excepcional no la exime de la obligación de pagar el servicio de que se trata.
- La fracción de unidades familiares con beneficios debe ser revisada y actualizada hacia montos que reflejen la variación de los precios y actualice, al menos con una frecuencia bianual, la aplicabilidad de este. Además, el costo de mantener las familias que no puedan costear la cuota de aseo deberá ser explicitada, contemplada e informada públicamente y se deberá prorratar entre todos los usuarios del sistema.

Tabla 3.10: Propuesta de mejora en la recaudación

Objetivo	Aumentar la recaudación por concepto de servicio integral de RSU
Beneficios Esperados	Mejora en los flujos de dinero de las administradoras Disminución de la mora en los pagos Obtención de una cuota para inversión
Acciones	Realizar convenios de recaudación con otros prestadores de servicios tipo utility
Meta(s)	Recaudación del 25 % de las cuotas al 2018 y aumento de la recaudación en un 10 % Recaudación del 50 % de las cuotas al 2020 y aumento de la recaudación en un 20 % Recaudación del 100 % de las cuotas al 2025, y aumento de la recaudación en un 30 %
Indicador de Gestión	Monto recaudado anual / Monto recaudado anual base año 2015

- Contemplar una fracción del pago de la cuota, para soportar inversiones de mejora en el sistema, del tipo tecnológico y de infraestructura que se presentarán a continuación, dentro de otras. Esto implicará un aumento directo del costo del servicio anual de RSU, por lo que resulta de mucho interés dividir este pago anual en el mayor número de cuotas posible para no impactar de manera importante los presupuestos familiares y resultados de empresas. Esto parece soportar más aun la propuesta de llevar a un pago mensual, la cuota anual. A modo de ejemplo, de acuerdo a información de la Municipalidad de Santiago, al año 2012, el costo mensual de operación y mantenimiento del servicio de aseo para la comuna fueron de M\$ 450.000.- lo que permite suponer que el aumento de un 10 % mensual de la tarifa permitiría realizar inversiones interesantes al cabo de uno o dos años de recaudación.

Se resume la iniciativa en Tabla 3.10

De acuerdo a lo revisado en empresas utility, el nivel de mora en el pago, por ejemplo en la industria del agua es de un 5 % con falta de pago al segundo mes consecutivo. Esto significa una deuda menor en el sistema de este tipo de servicios, lo que se traducirá en un aumento de la recaudación para la gestión de RSU de implementarse esta medida.

Cabe recordar que a comienzos del 2014, la Asociación Chilena de Municipalidades (ACHM) informó de la condonación de los intereses y multas de la deuda de más de un millón de personas en el país, lo que equivale a 150 mil millones de pesos, ejecutado a través de la promulgación de la Ley N° 20.742.

3.2.3. Desarrollo Tecnológico.

Dada la complejidad de las aplicaciones tecnológicas en los sistemas reales, se propone que las iniciativas listadas en esta sección sean estudios de detalle de cada opción, pudiendo ser parte de una iniciativa global de generar un hub tecnológico enfocado en RSU, donde formen parte la academia, el Estado y los privados. En este sentido, se plantea una propuesta de largo plazo que revise continuamente las tecnologías a evaluar para implementar, modelos de negocio, financiamiento y replicabilidad.

3.2.3.1. Separación en Origen.

Gran parte de la revisión bibliográfica de los países desarrollados, muestra como un servicio eficiente y de calidad un sistema de segregación de los residuos en origen, para poder darles una valoración específica y máxima a cada uno de estos. La separación en origen posee, al menos, dos dimensiones donde se deben realizar cambios profundos:

1. El usuario responsable de realizar la segregación en origen. Sea este un integrante de la familia en el caso domiciliario, o un administrador en el caso de un local comercial, lo cual supone un alto nivel

de compromiso y capacitación. Se debe explorar una vía económica de incentivo a la reducción de producción de residuos como los siguientes propuestos:

- a) Tarifas diferenciadas por peso de residuos. Si bien normalmente en las ordenanzas de aseo se aplica, teóricamente en el documento, esta tarificación fija volúmenes, los cuales datan de los años '80 y que deben ser revisados y ajustados a la baja. Por ejemplo, en variadas comunas, como Santiago, Providencia, El Bosque, entre otras; los límites permitidos de retiro son 200 L/día de RSU que, a razón de densidad 150 kg/m³ (Tchobanoglous, 1993), son 30 Kg/día de RSU por domicilio. Si se asume que una casa habitación contiene aproximadamente 3 integrantes en promedio, se tiene una producción de 10 kgRSU/háb/día lo que es más de 5 veces el mejor desempeño de la OCDE.
- b) Llenado de contenedores estándar y cobro por cantidad de estos. En variadas ciudades de Estados Unidos y Europa, se ha optado por tener contenedores de volúmenes estándar y cobrar por el número de los que se completan.

Naturalmente se podrían obtener efectos no deseados con la aplicación de uno de estos dos propuestos que es la disposición ilegal (Parker, Sigman & Walls, 1996). Ante esto, los autores proponen otro tipo de política que ha tenido variado éxito en los países desarrollados estudiados que es el valor de un depósito por el uso de un envase. Un ejemplo es el de las botellas para consumo de aguas o bebidas de fantasía. En Nueva York se ha logrado desarrollar un plan de estos con amplio éxito, que se ocupa en toda la metrópolis de manera integrada (Greene & Tonjes, 2014), lo que facilita su uso por parte de los usuarios; aunque se debe impulsar que los esfuerzos de reciclaje sean comportamientos de la firma impulsados por metas y normativas de interés públicos, aplicadas a través de normativas (Parker, Sigman & Walls, 1996), como lo podría ser la Ley REP.

2. Infraestructura de recolección y disposición. Es vital poseer una infraestructura de recolección y disposición adecuada y bien diseñada para satisfacer toda la demanda de los usuarios, ya que ante evidencias de ineficacia en este ámbito, se podría producir efectos negativos en la segregación de origen y en la gestión eficiente de los residuos (Greco et al., 2014).

En esta propuesta se plantea comenzar solo con un nivel de segregación: orgánico de lo inorgánico, con la perspectiva de poder implementar una tecnología que permita obtener dividendos de la primera fracción, como lo puede ser la digestión anaerobia de los residuos, donde se obtiene como subproductos biogás y residuos sólidos estabilizados para aplicación, por ejemplo, en agricultura o quema en hornos de cementeras. Esto toma relevancia cuando se aprecia que la fracción de orgánicos en los RSU del Gran Santiago es la que predomina, con promedio de 50 %. A esto se debe agregar que no existen estudios a nivel nacional de la estacionalidad de la fracción de los residuos, lo que podría suponer aún mayores porcentajes puntuales a lo largo del año, por comportamientos de consumo.

Luego de tener la generación de biogás este se puede revalorizar como electricidad, a través de procesos de cogeneración, donde se obtienen tanto energía térmica como eléctrica. De acuerdo a un reciente estudio realizado en México, Ríos & Kaltschmith (2015) determinaron los potenciales de generación de biogás desde un punto de vista teórico-potencial hasta uno económico-óptimo, el cual considera aspectos de costos de inversión, operación y mantenimiento. Usando los mismos criterios de borde de este estudio, que, según vimos en el indicador de similitud México está muy cercano al Gran Santiago de Chile, serían válidos para una estimación de nivel perfil para la realidad local. Los parámetros de borde usados en este estudio son:

- Escaso conocimiento de las fracciones de residuos en los RSU.
- Una fracción promedio de 50 % de orgánicos presentes.
- Factores técnicos para la estimación de producción de biogás:
 - Tasa de producción: 116 m³CH₄/TonRSU
 - Potencial energético del biogás: 24 MJ/m³
 - Eficiencia eléctrica de conversión: 94 %

- Eficiencia económica/potencial: 64 %

De acuerdo a estos parámetros y con las cantidades obtenidas en la revisión de datos del Gran Santiago (2.885.000 TonRSU, base año 2011 de los cuales se considera el 50 % que es orgánico), se podría tener un potencial económico de generación de electricidad a partir de biogás obtenido por digestión anaeróbica de RSU de 67.100 MWh/año equivalentes a una planta de generación de energía de una potencia instalada de 7,5 MW.

3.2.3.2. Producción de Energía: concepto waste-to-energy.

De los mejores resultados de economía circular que se muestran en la revisión de casos, se puede ver el caso alemán de implementación de plantas de producción de energía en base a RSU. Además, existen casos de producción de energía en base al biogás generado a partir de las fracciones orgánicas de RSU, luego de un proceso de separación física, sea en origen o en destino, tal como se comentó en apartado anterior.

La propuesta de una Planta Waste-to-Energy (WtE) se plantea debido a que la evolución en los países desarrollados ha tendido a eliminar la disposición en rellenos sanitarios por los peligros que reviste, el alto costo que ha llegado a tener el uso de los suelos, la sensibilidad por el medio ambiente (Qian & Burrit, 2007) y la alta emisión de Gases de Efecto Invernadero (GEI) que revisten los rellenos. En paralelo, un aumento en la calidad de vida de las personas implica directamente un aumento en el consumo de energía a nivel agregado país. Ante estas dos situaciones en las cuales Chile hoy debe hacer frente, es que una alternativa como la planteada tiene muchas opciones de convertirse en viable por las soluciones que ofrece.

Las instalaciones WtE son plantas que queman los residuos domiciliarios y asimilables a estos que quedan después de un proceso de selección de residuos. Desde estos residuos y en este proceso se genera energía, la que puede ser en forma de vapor, electricidad o agua caliente. Cada energético producido será evaluado respecto de las instalaciones que se cuente en las vecindades de la Planta, ya que el agua caliente se podría utilizar para calor distrital o calentar/enfriar edificios cercanos. La energía eléctrica, relativamente de fácil manera se inyecta en la red de la empresa distribuidora para vender la energía y el vapor se puede utilizar en un proceso industrial cercano que lo requiera.

Aparte de producir energía en las formas mencionadas, las plantas WtE son una higiénica manera de eliminar los residuos, llegando a destruir cerca del 90 % de los sólidos presentes (Estevez, 2003). Una de las incógnitas clásicas del uso de estas tecnologías es el nivel de contaminación que son potenciales de generar. Ante esto, una serie de investigaciones se han hecho en campo para evaluar los potenciales riesgos de contaminación para la vida alrededor de estas plantas. Según Font et al. (2015); Ragazzi, Tirler, Angelucci, Zardi, & Rada (2013); Van Dijk, C., Doorn, & van Alfen, B. Van Dijk, C., Doorn, & van Alfen (2015) y Vilavert, Nadal, Schuhmacher, & Domingo (2012); no existen evidencias suficientes en las zonas estudiadas para concluir que existe contaminación adicional y peligrosa para la vida en las cercanías de este tipo de instalaciones.

A nivel económico, las plantas WtE suelen ser intensivas en capital de inversión y así también en costos de operación, dada el complejo proceso que se lleva a cabo (Martínez-Sánchez et al., 2016). Para realizar una estimación del costo capital (CAPEX: Capital Expenses) y costos operacionales, (OPEX: Operational Expenses) se han utilizado los valores más recientes que se de Martínez-Sánchez et al. (2016), que se resumen en Tabla 3.11, considerando:

- Tecnología de cogeneración: disponibilidad de energía térmica y eléctrica.
- Capacidad de planta de 300.000 Ton/año.
- Componentes básicos de planta:
 - Sistema de recuperación de energía
 - Consumo de energía
 - Disposición de cenizas

Tabla 3.11: Valores considerados para costo medio de inversión y OyM de una Planta WtE. *Fuente Martínez-Sánchez et al. (2016)*

Ítem	Costo [USD/Ton]*
Sistema de recuperación de energía	79,2
Consumo de energía	3,7
Disposición de cenizas	4,1
Limpieza de los gases producidos	4,3
Costos fijos	95,4
Costo Medio	28,2

- Limpieza de los gases producidos
- Costos fijos (mano de obra, mantenimiento, amortización y seguros).

* los valores entregados en Martínez-Sánchez et al. (2016) están en euros. Se aplica TC=1,1 al día 20.oct.2016.

Entonces, con una inversión de MMUSD 24 y con costos medios de USD 28,2 se podría contar con una planta de incineración de RSU en el Gran Santiago. Para estimar la cantidad de energía eléctrica a generar, se consideran los valores reportados por Bosmans et al. (2012):

- Poder calorífico neto de RSU húmedos, promedio: 18,7 MJ/kg
- Eficiencia de conversión: 20 %

De esta manera, con la cantidad de diseño anteriormente señalada, se podrían obtener una planta de producción de energía de proximadamente 30 MW, usando un factor de planta de 0,9.

Claramente el periodo de retorno de la inversión es alto, tal como ha sido reportada por Martínez-Sánchez (2016) y el Banco Mundial (1999) se encuentran en el rango de 10-15 años, con vidas útiles de las instalaciones de entre 30 y 40 años. Este retorno se ve fuertemente influenciado por los precios de la energía eléctrica que se consideren en cada sitio y las perspectivas de precios a futuro (Martínez-Sánchez et al., 2016).

Se debe considerar un plan de inversiones que permita comenzar con la implementación de una planta y luego, en sucesivo, las siguientes. Así, se plantea la siguiente secuencia de actividades y plazos tentativos:

1. Estudio técnico de la situación actual. (Plazo 18 meses). Donde se deberá contemplar, al menos:
 - a) Caracterización de los RSU en la Región Metropolitana para el desarrollo adecuado del estudio: tipo, cantidad, frecuencia.
 - b) Análisis comparativo de las diferentes tecnologías existentes para generación de energía eléctrica a partir de RSU para la Región Metropolitana.
 - c) Análisis de los requisitos ambientales que debe cumplir una planta de Waste to Energy para ser implementada en la RM.
 - d) Realizar un estudio de factibilidad de la(s) solución(es) tecnológica(s) seleccionada(s) para implementar en la Región Metropolitana y proponer distintos escenarios y sus modelos de negocio.
 - e) Definición de estrategia de ampliación del tratamiento: plantas modulares y/o plantas en distintas locaciones.
2. Implementación de la planta tipo piloto a escala industrial (24 meses).
3. Estudio de los rendimientos reales de la planta y análisis de mejoras en el desempeño para próximas instalaciones. (12 meses).

4. Estudios técnicos para la implantación de una segunda y tercera instalación.

Dado que en el último año se ha dado la situación, en los países Noruega y Suecia, que se han visto en la obligación de importar RSU desde sus países vecinos, dada su extraordinaria capacidad de reducción y reciclaje logrados, es que se debe definir bien la estrategia de ampliación y diseño nominal de las plantas. Se debe considerar los objetivos de aumento de material reciclado y la reducción de RSU de acuerdo a las políticas a implementar, como por ejemplo la Ley REP. Por esto se plantea lo siguiente:

1. Considerar la meta de reciclaje para el año 2025 del Ministerio de Medio Ambiente de 25 % del total de los RSU. A esto aportará también una línea de investigación de segregación en origen para destinar la fracción orgánica directamente a una planta de biodigestión para generación de energía. Se deberá estudiar la factibilidad económica de que coexista junto a WtE.
2. Considerar una reducción del 25 % de los RSU por concepto de la implementación de la Ley REP en su operación en régimen.

Con estos dos estándares, que deberán ser monitoreados mensualmente, con objetivos anuales; es que se deberá considerar los diseños de capacidad de las plantas WtE. A escala metropolitana, se tiene hoy una producción de 1,13 kgRSU/hab/día lo que al 2020 significarán 3.175.865 Ton/año. Si se aplican los factores de reciclaje y reducción de residuos, se podría llegar a cerca de 2.000.000 Ton/año. Para los tamaños de planta que se ha propuesto (300.000 Ton/año) esto se podría traducir en una estrategia que permita transformar el 50 % de los residuos a generar en la RM con 3 instalaciones de estas y así extender al doble el tiempo de vida de los rellenos sanitarios actuales. Claramente, como se planteó, la primera instalación dará cuenta de las realidades de desempeño que alimentarán el diseño y construcción de las siguientes dos, que podrían ser construidas en una lógica modular. Todo esto con el fin de no tener mayor capacidad instalada que la cantidad de RSU disponibles para tratar.

3.2.4. Gestión y seguimiento de la Política planteada.

A modo general y como gran cuadro de mando agregado, se deberá monitorear la implementación de los paquetes de iniciativas de esta política pública orientada a la mejora de la gestión de los RSU, propuesta de la siguiente manera en Tabla 3.12

Cabe mencionar que el año plazo deberá reevaluarse al momento de comenzar con la implementación, ya que se fija al 2025 considerando año base 2015 y que la mayor parte de las implementaciones en países desarrollados que han logrado resultados similares a las metas propuestas, ha sido de 10 años. Las desviaciones que se puedan ir encontrando en el camino de la ejecución de esta política deberán ser atendidos a la brevedad de acuerdo a la magnitud de la desviación de los indicadores de gestión de cada uno. A través de la lectura de estos indicadores se podrá atender de manera preventiva e incluso predictiva de acuerdo a la tendencia que estos mantengan. Cada idea principal tendrá distinto tratamiento en cuanto a corregir una posible desviación, pero se pueden esbozar los principales, como:

1. Gestión de Información. La falta de cumplimiento de comunas que reporten sus datos deberá ser tratado mediante apoyo en la gestión local desde las unidades de gobierno central, cuando sea por temas técnicos. Si el problema es de recursos financieros, estos deberán ser absorbidos y patrocinados por presupuesto nacional. Para adelantarse a estas posibles fallas deberán considerarse partidas presupuestarias de capacitación y fortalecimiento de la gestión de datos. Estos problemas podrían ser:
 - a) Falta de comunas con reportes.
 - b) Reportes deficitarios (calidad de la información).
2. Disminución de generación de RSU. Una baja tasa de reducción en la generación de RSU deberá ser tratada vía fiscalización de los mayores productores, comenzando con las comunas más pobladas o que posean mayor actividad industrial. Para normalizar las tasas de reducción y cumplimiento desagregado por comunas de los objetivos generales, se deberá contar con una estructura de fiscalizadores de los planes de reducción de residuos, según lo indicado en los instructivos de la Ley REP, por municipalidades y empresas. Esto implica, directamente, que los planes de reducción y objetivos de empresas

deberán ser informados, aunque probablemente no de manera pública. Los problemas que se pueden avisorar y que deben tratarse con distinto énfasis, son:

- a) Baja tasa en la reducción de generación.
 - b) Ausencia de reducción de tasa de generación.
3. Mejora de la Gestión Financiera. Dentro del ámbito financiero se podría observar como desviación que no se estén registrando mayores recaudaciones dado que el nuevo sistema de cobranza no ha sido implementado. Esto deberá cubrirse desde el inicio con un plan de implantación en conjunto con la empresa recaudadora, que sea de manera gradual y que permita adaptarse a las mejoras del proceso. La adopción del sistema deberá ser contemplado vía legislación nacional, para asegurar su implantación y una menor o igual recaudación que el año base estaría influenciada directamente por el nivel de cobertura del nuevo sistema de cobro, a lo que se podrá apelar con multas dado el no cumplimiento de una ley nacional. A esto se debe sumar la dificultad de la contabilidad al mantener dos sistemas en paralelo, por lo que la adopción del nuevo sistema debe ser rápido y eficiente. Luego los problemas primarios detectados podrían ser:
- a) Baja adopción de nuevo sistema de pago.
 - b) Ausencia de mayor recaudación.
4. Desarrollo Tecnológico. En este ítem se pueden visualizar dos dimensiones: uno que tiene relación con la promoción de investigación y generación de información local para la toma de decisiones.
- a) Ausencia de generación de estudios. Una desviación en el primer indicador de generación de estudios debiera ser impulsado mediante iniciativas de concursos de tesis y memorias en Universidades, con temas propuestos por las unidades de gestión o unidades técnicas relacionadas con los RSU. En el transcurso del tiempo y sobretodo desde el inicio se podría ver un ascenso lento de este indicador, el cual deberá ser apalancado por la iniciativa estatal y de las personas que tienen relación directa con RSU en el país, sean de las municipalidades, empresas privadas u ONGs, a través de desarrollo de líneas de I+D o I+D+i. Para contar con una sólida base en esta materia se deberá incluir por instrucción en la Ley REP el desarrollo de estas áreas en el ámbito de los RSU y su relación con ciclos de vida de producto, emisiones de GEI, producción de energías limpias, entre otros.
 - b) Inviabilidad en la construcción de plantas Se podría evidenciar un incumplimiento en la meta de construcción de nuevas plantas de tratamiento de RSU, sean estas de biodigestión o WtE. Es verdad que llegar al año 2025 y determinar de que no se cumplió este objetivo es altamente reactivo y poco gestionable. Así, esta meta deberá desagregarse en al menos: estudio de factibilidad, estudio de financiamiento y rentabilidad, estudio de ingeniería básica y finalmente construcción, donde se deberá hacer seguimiento de proyectos a su planificación y valor ganado en el tiempo de ejecución. Si en etapas tempranas no se ha viabilizado una instalación, deberá replantearse este eje de política y redireccionar recursos, por ejemplo, a la reducción de la generación de RSU.

Tabla 3.12: Base para cuadro de mando de estrategia de implementación de política pública orientada a la mejora en la gestión de RSU en RM

Objetivo	Iniciativa	Indicador	Meta 2025	Seguimiento
Gestión de la Información	Reportes de cantidad y tipo de RSU, por comunas de toda la RM	Comunas que reportan / total de comunas RM 100 %	Trimestral	
Disminución de generación de RSU	Implementación Ley REP Implementación de Segregación en origen y reciclaje	kgRSU/hab/día 25 %	-25 % Mensual	Mensual
Mejora de la Gestión Financiera	Aumento de la recaudación por cuota de asseo al incluirla en otro servicio y cambio a frecuencia de pago mensual	Monto anual / monto año base 2015	+20 %	Mensual
Desarrollo Tecnológico	Creación de líneas de investigación Construcción de nuevas plantas de tratamiento	N° estudios/año Avance por etapas de estudios	5 2	Semestral Semestral

4 | CONCLUSIONES

De acuerdo a los objetivos planteados, una extensa revisión de bibliografía especializada en RSU y un análisis de un abanico de ideas de acuerdo a la realidad nacional, se pudo desarrollar ideas de cómo esbozar una política pública integral de RSU sustentable.

En primer lugar, el análisis de datos estadísticos del país y de la región permiten visualizar que el Gran Santiago tiene que enfrentar la realidad hoy de un futuro problema de gestión de RSU dado la rápida expansión de crecimiento poblacional, cerca de un 5 % anual, con lo que llegará así a más de 7,5 millones de personas al año 2025. De acuerdo a las proyecciones vistas y según las advertencias de organismos internacionales, como la ONU, existirá una mayor migración hacia las ciudades en el futuro inmediato, las cuales tenderán a convertirse en grandes metrópolis con poblaciones cada vez más crecientes en número y demanda de productos y servicios, por lo que se debe generar una conciencia de esto hoy y comenzar una preparación expedita para afrontar esta problemática.

Si bien Chile ha realizado acciones, estas están desagregadas y no pertenecen a una directriz única. Las iniciativas surgen desde la atomización de las municipalidades y su independencia, por lo que una administración puede estar haciendo A, en términos de gestión de RSU y la comuna vecina, B. Una incipiente Ley REP abre el camino hacia una regulación global y un ordenamiento del sistema, sobre todo cuando se puedan transparentar los números reales en la generación de RSU. Es por esto que es deseable la generación de un Plan Estratégico de RSU o una Hoja de Ruta, como simil de lo que se ha hecho en materia de Energía en Chile; donde se fomente la participación de todos los actores de la sociedad y se defina un camino por el cual transitar. Ya con una definición global, se deben llevar a cabo los estudios mencionados en el apartado anterior, para que tengan coherencia con un objetivo global.

En línea con el punto anterior y en consideración que la gestión de RSU es una de los servicios que menos se visualiza en el contexto de ciudad o menos se valora, en comparación con las utilities del agua o electricidad (aunque sí se valora cuando está ausente) y que menos se ha intervenido o se ha postergado, igual que en muchos otros casos internacionales; es que se debe estudiar y pensar cómo hacer una gestión sustentable de esta. No solo en aportes tecnológicos como se mencionaron alternativas existentes y exitosas hoy, sino como modelo económico y como modelo social de futuro. Se debe debatir y analizar si lo más conveniente es utilizar modelos de monopolio regulado o un mercado en competencia para este servicio, en línea con lo que se ha realizado ya en el país y donde existe mucha experiencia acumulada en lo económico, como lo son el caso del agua potable y la electricidad, nuevamente. De la misma manera, se debe definir que la gestión moderna de RSU, como la presentada en este estudio, será un vehículo para la reducción masiva de emisiones de GEI, a través de la reutilización de los residuos y disminución de disposición en rellenos sanitarios, para cumplir con los compromisos adoptados por el Estado de Chile en materia medioambiental, herramienta que se usaron ampliamente países de Europa en décadas anteriores.

Los paquetes de iniciativas mencionados y explicados anteriormente deben tener un seguimiento, monitoreo y corrección adecuada ante desvíos en sus metas y objetivos. Para esto es de vital importancia desarrollar una gestión audaz de tanto volumen de información e indicadores. Se ha presentado esquemáticamente un cuadro de control de estos objetivos y metas que deben ser desagregados conforme se sociabilice esta política con los responsables de las comunas y de la Intendencia. Tal como se mencionó, una tarea de esta envergadura claramente debe estar estructurada dentro del Estado, con una fuerte posición ministerial y con un grupo de personas altamente capacitadas en ejecución de políticas públicas y gestión masiva de datos

para que este seguimiento rinda frutos. La información transparente y de acceso público propiciará, como se propuso, naturalmente, el aporte de mejoras para el sistema desde los resultados obtenidos de estudios técnicos y propuestas desde la academia u organizaciones civiles que hoy intentan dar soluciones parciales a este tema, dado el acceso a información parcial, también.

Hoy en día la gestión de RSU ya no se puede limitar a una simple recolección y disposición final en un relleno sanitario para que este quede como pasivo ambiental por generaciones. Se deben implementar mejoras tecnológicas en los procesos empresariales para disminuir estas externalidades negativas propias de las acciones de un mercado de servicio/producto. Es por esto que se han planteado una serie de propuestas para mejoras técnicas e implementación de tecnologías que serían innovadoras en el país, pero que tienen décadas de desarrollo en otros lugares del mundo, como se pudo ver en la revisión de casos. Ante esta situación, es que se plantea para lograr desarrollos en este ámbito que se creen espacios multisectoriales como hub tecnológicos; donde empresas, academia y privados puedan definir y apostar por nuevas soluciones. Destaca, negativamente, la baja o casi nula bibliografía nacional y latinoamericana en esta problemática. Finalmente, se declaran en este estudio variadas líneas de acción para renovar, mejorar y hacer más eficiente la gestión de RSU en el Gran Santiago con el ánimo de la implementación de estas y la apertura de líneas de investigación académica en torno a este ámbito. Se incita a la academia a generar conocimiento local en materia de RSU, tanto del punto de vista económico, como modelos de negocio y organización industrial; pero también desde la óptica de la innovación de procesos y desarrollo de tecnologías especializadas. Se pudo delinear en las propuestas que existen alternativas viables económicamente para nuevas soluciones, pero que deben ser profundizadas y estudiadas en detalle por otros memoristas o tesisistas con la colaboración de varias especialidades.

En estos desafíos de escala país, las responsabilidades son variadas y las soluciones deben ser intesectoriales; donde tanto la academia como privados, sociedad civil y Estado colaboren para poder disfrutar de espacios limpios en el futuro y cada vez de una mejor calidad de vida.

5 | REFERENCIAS

1. André, F., & Cerdá E. (2009). Gestión de residuos sólidos urbanos: análisis económico y políticas públicas. Cuadernos económicos de ICE, 71, 71-91.
2. Bel, G., Warner, M. 2008. Does privatization of solid waste and water services reduce costs? A review of empirical studies. Resources, Conservation and Recycling, 52 (12). 1337-1348.
3. Bolaane, B., & Isaac, E. (2015). Privatization of solid waste collection services: Lessons from Gaborone. Waste Management (New York, N.Y.), 40, 14–21. <http://doi.org/10.1016/j.wasman.2015.03.004>
4. Bosmans, A., Vanderreydt I., Geysen D., Helsen L. (2013). The crucial role of Waste-to-Energy technologies in enhanced landfill mining: a technology review. Journal of Cleaner Production, 55, 10-23. <http://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.05.032>
5. Braathen, N. A. Working Group on Waste Prevention and Recycling EPR Policies and Product Design: Economic Theory and Selected Case Studies (2006). Retrieved from www.oecd.org/env/waste
6. Buclet, N. et al. (2002). Interactions and main sources of friction between national regimes, N. Buclet (ed.), Municipal Waste Management in Europe. European Policy between Harmonisation and Subsidiarity. Kluwer Academic Publishers: 27-54
7. Callan, S. J., & Thomas, J. M. (2001). Economies of Scale and Scope: A Cost Analysis of Municipal Solid Waste Services. Land Economics, 77(4), 548. <http://doi.org/10.2307/3146940>
8. Carvalho, P., Marques, R. C., & Dollery, B. (2015). Is bigger better? An empirical analysis of waste management in New South Wales. Waste Management (New York, N.Y.), 39, 277–86.
9. Cointreau-Levine, S. 1994. Private Sector Participation in Municipal Solid Waste Services in Developing Countries Volume 1. The Formal Sector.
10. Comisión Nacional del Medio Ambiente-Gobierno de Chile. Caracterización de Residuos Sólidos Domiciliarios (2006). Retrieved from <http://www.sinia.cl/1292/articles-39508pdfinformeF.pdf>
11. Comisión Nacional del Medio Ambiente-Gobierno de Chile. Primer reporte del manejo de residuos sólidos en Chile (2010). Retrieved from <http://www.sinia.cl/1292/articles-49564informefinal.pdf>
12. Concha, J. 2003. Beneficios y costos de políticas públicas ambientales en la gestión de residuos sólidos: Chile y países seleccionados. División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos, Organización de Naciones Unidas. ISBN: 92-1-322268-8
13. Dahlén, L., & Lagerkvist, A. (2010). Pay as you throw: strengths and weaknesses of weight-based billing in household waste collection systems in Sweden. Waste Management (New York, N.Y.), 30(1), 23–31. <http://doi.org/10.1016/j.wasman.2009.09.022>
14. Decreto Num. 594. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. Santiago de Chile, 29 de abril de 2000.
15. Decreto Num. 4. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. Santiago de Chile, 28 de octubre de 2009.

16. El Hanandeh, A., El-Zein, A. 2009. Strategies for the municipal waste management system to take advantage of carbon trading under competing policies: The role of energy from waste in Sydney. *Waste Management*, 29 (7). 2188-2194. <http://doi.org/10.1016/j.wasman.2009.03.002>
17. Estevez, P. (2003). Management of Municipal Solid Waste in Santiago, Chile: Assessing Waste-to-Energy Possibilities. Current, 1–32. Retrieved from <http://www.seas.columbia.edu>
18. Farmer, T., Shaw, P., Williams, I. 2015. Destined for indecision? A critical analysis of waste management practices in England from 1996 to 2013. *Waste management* (New York, N.Y.), 39. 266-76. <http://doi.org/10.1016/j.wasman.2015.02.023>
19. Ferrara, I. (2003). Differential Provision of Solid Waste Collection Services in the Presence of Heterogeneous Households. *Environmental and Resource Economics*, 20, 211–226.
20. García Sánchez, I. M. (2006). Efficiency of solid waste collection in Spain. In *Waste Management and the Environment III* (Vol. 1, pp. 593–599). Southampton, UK: WIT Press. <http://doi.org/10.2495/WM060601>
21. Geraldine, A., R  th, L., Guía, P., & Larraín, F. (2003). “Caracterización del conflicto ambiental generado por la instalación de rellenos sanitarios en la Región Metropolitana,” 1–77.
22. Góngora, J. C. (n.d.). Beneficios y costos de políticas públicas ambientales en la gestión de residuos sólidos: Chile y países seleccionados División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos.
23. Greene, K. L., & Tonjes, D. J. (2014). Quantitative assessments of municipal waste management systems: using different indicators to compare and rank programs in New York State. *Waste Management* (New York, N.Y.), 34(4), 825–36. <http://doi.org/10.1016/j.wasman.2013.12.020>
24. Greco, G., Allegrini, M., Del Lungo, C., Gori Savellini, P., & Gabellini, L. (2015). Drivers of solid waste collection costs. Empirical evidence from Italy. *Journal of Cleaner Production*, 106. 364–371. <http://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.07.011>
25. Hester, T., 2007. 20 Years later, State’s Recycling Effort wanes. *The Star Ledger*, April 25, p.20.
26. Hoornweg, D., & Bhada-tata, P. (2012). What a waste: A global review of solid waste management. The World Bank, Urban Development Series Knowledge Papers.
27. Hung, M.-L., Ma, H.-W., & Yang, W.-F. (2007). A novel sustainable decision making model for municipal solid waste management. *Waste Management* (New York, N.Y.), 27(2), 209–19.
28. Jacobsen, R., Buysse, J., Gellynck, X. 2013. Cost comparison between private and public collection of residual household waste: multiple case studies in the Flemish region of Belgium. *Waste management* (New York, N.Y.), 33 (1). 3-11. <http://doi.org/10.1016/j.wasman.2012.08.015>
29. Jones, N., Evangelinos K., Halvadakis C., Iosifides T., Sophoulis C. (2010). Social factors influencing perceptions and willingness to pay for a market-based policy aiming on solid waste management. *Resources, Conservation and Recycling*, 54 (9), 533-540. <http://doi.org/10.1016/j.resconrec.2009.10.010>
30. Katusiimeh, M. W., Mol, A. P. J., & Burger, K. (2012). The operations and effectiveness of public and private provision of solid waste collection services in Kampala. *Habitat International*, 36(2), 247–252. <http://doi.org/10.1016/j.habitatint.2011.10.002>
31. Kollikkathara, N., Feng, H., Stern, E. 2009. A purview of waste management evolution: Special emphasis on USA. *Waste Management*, 29 (2). 974-985. <http://doi.org/10.1016/j.wasman.2008.06.032>
32. Ley Num. 19.704. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. Santiago de Chile, 28 de diciembre de 2000.
33. Li, Z., Fu, H., & Qu, X. (2011). Estimating municipal solid waste generation by different activities and various resident groups: A case study of Beijing. *Science of The Total Environment*, 409(20), 4406–4414. <http://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2011.07.018>
34. Lima, J., Lobato, K., Leal, F., Lima, R. Urban Solid Waste Management By Process Mapping and Simulation. *Pesquisa Operacional*, 35 (1). 143-163. <http://doi.org/10.1590/0101-7438.2015.035.01.0143>

35. Lombrano, A. (2009). Cost efficiency in the management of solid urban waste. *Resources, Conservation and Recycling*, 53(11), 601–611. <http://doi.org/10.1016/j.resconrec.2009.04.017>
36. Martinez-Sanchez, V., Kromann, M., Astrup, T. 2015. Life cycle costing of waste management systems: overview, calculation principles and case studies. *Waste management* (New York, N.Y.), 36. 343-55. <http://doi.org/10.1016/j.wasman.2014.10.033>
37. Martinez-Sanchez, V., Hulgaard T., Hindsgaul C., Riber C., Kamuk B., Astrup T. 2016. Estimation of marginal costs at existing waste treatment facilities. *Waste Management*, 50. 364-375.
38. Massarutto, A. 2007. Municipal waste management as a local utility: Options for competition in an environmentally-regulated industry. *Utilities Policy*, 15 (1). 9-19.
39. Melosi, M.V., 1981. *Garbage in the Cities: Refuse, Reform and the Environment, 1880–1980*. Texas A&M University Press, College Station, USA.
40. Ministerio de Desarrollo Social, G. de C. (2013). Encuesta CASEN.
41. OECD. (2012). Redefining “Urban”: A New Way to Measure Metropolitan Areas. OECD Publishing, (September), 1–9. <http://doi.org/10.1787/9789264174108-en>
42. Oficio N°12.453 al Tribunal Constitucional. Cámara de Diputados de Chile, Valparaíso, Chile. 7 de abril del 2016.
43. Oribe-Garcia, I., Kamara-Esteban, O., Martin, C., Macarulla-Arenaza, A. M., & Alonso-Vicario, A. (2015). Identification of influencing municipal characteristics regarding household waste generation and their forecasting ability in Biscay. *Waste Management* (New York, N.Y.), 39, 26–34. <http://doi.org/10.1016/j.wasman.2015.02.017>
44. Palmer, K., Sigman, H., Walls, M. 1996. The Cost of Reducing Municipal Solid Waste. *Resources for the Future* 96-35.
45. Porter, R. C. (2002): *The Economics of Waste*. Resources for the Future, Washington.
46. Qian, W., Burritt, R. 2007. Environmental accounting for waste management: A study of local governments in Australia. *The Environmentalist*, 27 (1). 143-154. <http://doi.org/10.1007/s10669-007-9015-x>
47. Rios, M., Kaltschmitt, M. 2016. Electricity generation potential from biogas produced from organic waste in Mexico. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 54. 384-395.
48. Sidique, S., Lupi F., Joshi S. (2010). The effects of behavior and attitudes on drop-off recycling activities. *Resources, Conservation and Recycling*, 54(3), 163-170. <http://doi.org/10.1016/j.resconrec.2009.07.012>
49. Thorneloe, S., Weitz, K., Jambeck, J. 2007. Application of the US decision support tool for materials and waste management. *Waste Management*, 27 (8). 1006-1020. <http://doi.org/10.1016/j.wasman.2007.02.024>
50. Triguero, A., Alvarez-Aledo, C., Cuerva, M. 2016. Factors influencing willingness to accept different waste management policies: empirical evidence from the European Union. *Journal of Cleaner Production*, 138. 38-46. <http://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.05.119>
51. Vásquez, O. (2005). Modelo de simulación de gestión de residuos sólidos domiciliarios en la Región Metropolitana de Chile. *Revista de Dinámica de Sistemas* Núm, 1(1).
52. Vásquez, Ó. C. (2011). Gestión de los residuos sólidos municipales en la ciudad del Gran Santiago de Chile: Desafíos y oportunidades. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 27(4), 347–355.
53. Wilson, D. C., Velis, C. A., & Rodic, L. (2013). Integrated sustainable waste management in developing countries. *Proceedings of the ICE - Waste and Resource Management*, 166(2), 52–68. <http://doi.org/10.1680/warm.12.00005>
54. Wilson, D. C., Rodic, L., Cowing, M. J., Velis, C. A., Whiteman, A. D., Scheinberg, A., Oelz, B. (2015). “Wasteaware” benchmark indicators for integrated sustainable waste management in cities. *Waste Management* (New York, N.Y.), 35, 329–42. <http://doi.org/10.1016/j.wasman.2014.10.006>

55. Zaman, A., Lehmann, S. 2013. The zero waste index: A performance measurement tool for waste management systems in a 'zero waste city'. *Journal of Cleaner Production*, 50. 123-132.
56. Zaman, A. U. (2016). A comprehensive study of the environmental and economic benefits of resource recovery from global waste management systems. *Journal of Cleaner Production*.



A | ANEXOS

A.1. Ciudades de países OCDE reportadas en OECD Stats

#	Ciudad	PIB USD/cap	PIB MMUSD	Pobl	Superf km2	Dens hab/km2
1	US Seattle	85.447	231.514	2.644.466	11.173	237
2	US Boston	83.524	305.833	3.639.144	4.830	753
3	US San Francisco	82.112	568.072	6.848.028	17.090	401
4	US Washington	76.027	442.759	5.636.185	16.606	339
5	US Houston	75.806	470.838	5.920.500	22.488	263
6	KR Ulsan	73.341	76.936	1.021.015	727	1.405
7	US New York	73.091	1.215.234	16.539.430	9.882	1.674
8	US Charlotte	71.522	98.959	1.298.931	4.017	323
9	US Dallas	70.134	304.270	4.145.124	12.068	343
10	US Richmond	70.108	36.614	511.149	795	643
11	US Pittsburgh	68.941	83.563	1.223.423	1.929	634
12	US New Orleans	67.857	79.327	1.189.866	12.511	95
13	US Madison	66.338	37.094	544.906	5.268	103
14	US Portland	65.986	151.202	2.226.009	17.657	126
15	US Cleveland	65.980	98.247	1.510.163	1.790	844
16	CAN Calgary	65.926	88.521	1.271.737	12.478	102
17	CAN Edmonton	65.926	80.876	1.169.701	19.808	59
18	AUS Perth	65.158	124.117	1.781.132	6.309	282
19	US Des Moines	65.059	40.569	602.942	9.020	67
20	US Indianapolis	64.261	110.045	1.658.600	6.930	239
21	US Salt Lake City	63.915	74.116	1.125.301	27.710	41
22	DE Munich	63.592	184.701	2.844.749	6.263	454
23	CH Zurich	62.798	77.011	1.206.312	1.176	1.026
24	SE Stockholm	62.464	124.385	1.964.829	7.107	276
25	US Minneapolis	61.817	211.466	3.348.859	21.031	159
26	US Denver	61.541	162.418	2.551.341	21.794	117
27	US Nashville	60.537	77.671	1.239.565	9.094	136
28	NO Oslo	59.902	75.595	1.225.202	7.099	173
29	FR Paris	59.611	707.134	11.693.218	12.089	967
30	US Philadelphia	58.779	237.781	4.024.830	4.327	930
31	US San Diego	58.252	183.779	3.095.313	11.029	281
32	US Baltimore	58.039	114.729	1.957.901	3.730	525
33	US Chicago	58.010	554.231	9.461.105	18.910	500
34	US Birmingham	57.924	53.517	910.862	6.693	136
35	US Atlanta	57.787	263.712	4.377.197	9.796	447
36	US Omaha	57.242	50.773	865.350	11.412	76
37	IT Milan	57.074	234.524	4.060.624	2.638	1.539

Sigue en la página siguiente

#	Ciudad	PIB USD/cap	PIB MMUSD	Pobl	Superf km2	Dens hab/km2
38	DE Frankfurt	56.828	143.516	2.517.805	3.888	648
39	US Milwaukee	56.602	88.722	1.555.908	3.866	402
40	US Baton Rouge	56.361	37.220	645.639	6.439	100
41	SK Bratislava	55.626	40.168	715.456	2.601	275
42	DE Stuttgart	55.541	108.877	1.954.756	1.988	983
43	IE Dublin	55.270	95.903	1.650.202	4.767	346
44	US Little Rock	55.048	38.057	671.459	7.782	86
45	US Columbus	54.601	104.678	1.865.929	11.492	162
46	CH Geneva	54.352	43.897	785.022	1.567	501
47	UK London	53.976	652.583	11.793.530	6.921	1.704
48	CH Basel	53.502	41.375	766.619	1.430	536
49	US Kansas City	53.427	109.691	2.009.344	19.095	105
50	BE Brussels	53.208	134.940	2.485.480	3.266	761
51	US Grand Rapids	52.832	32.145	602.622	2.259	267
52	US Norfolk	52.789	57.874	1.083.127	3.055	355
53	DE Hamburg	52.749	158.074	2.984.966	5.760	518
54	US Austin	52.594	96.379	1.716.283	11.084	155
55	US Toledo	52.350	22.993	441.815	909	486
56	US Tulsa	52.298	50.461	948.014	18.235	52
57	US Detroit	52.000	199.259	3.863.924	5.244	737
58	US Cincinnati	51.887	110.806	2.107.074	10.779	195
59	NL Utrecht	51.847	38.118	716.648	623	1.151
60	US Harrisburg	51.829	30.216	574.122	5.330	108
61	US Saint Louis	51.510	133.120	2.559.926	13.002	197
62	FI Helsinki	51.454	75.981	1.455.677	6.351	229
63	US Tampa	51.435	65.903	1.229.226	2.819	436
64	US Los Angeles	51.315	891.794	17.053.746	83.682	204
65	US Oklahoma city	50.834	65.467	1.252.987	14.457	87
66	NL Amsterdam	50.410	121.289	2.360.958	2.820	837
67	US Raleigh	50.100	60.754	1.130.641	5.563	203
68	DE Düsseldorf	50.093	71.531	1.428.162	1.133	1.261
69	DE Karlsruhe	50.027	34.568	686.938	1.324	519
70	US Fort Worth	49.982	100.681	1.925.046	4.682	411
71	US Albany	49.578	43.630	870.710	7.455	117
72	DK Copenhagen	49.036	98.432	1.989.871	4.084	487
73	US Louisville	48.514	61.161	1.235.708	9.430	131
74	DE Nuremberg	48.025	56.100	1.166.976	3.123	374
75	DE Bonn	47.988	35.904	746.013	1.067	699
76	US Phoenix	47.777	190.462	3.817.117	23.889	160
77	DE Cologne	47.730	91.380	1.903.154	1.972	965
78	IT Bologna	47.670	35.961	745.255	2.036	366
79	US Memphis	47.562	64.249	1.324.829	13.234	100
80	AT Vienna	47.307	129.516	2.683.251	9.093	295
81	US Providence	47.275	39.870	842.700	1.665	506
82	US Wichita	46.894	28.090	588.377	9.429	62
83	US Dayton	46.757	32.494	696.726	2.281	305
84	IT Rome	46.581	189.919	4.008.095	5.686	705
85	AT Linz	46.469	28.422	606.514	3.524	172
86	CZ Prague	46.255	86.434	1.829.843	3.929	466
87	BE Antwerp	46.185	49.312	1.053.725	1.169	901
88	US Akron	46.106	24.969	541.781	1.088	498
89	PL Warsaw	46.013	138.449	2.981.198	8.612	346

Sigue en la página siguiente

#	Ciudad	PIB USD/cap	PIB MMUSD	Pobl	Superf km2	Dens hab/km2
90	UK Edinburgh	45.963	34.233	727.620	1.280	569
91	US Miami	45.646	259.444	5.564.641	14.179	392
92	FR Lyon	45.555	87.804	1.894.945	3.647	520
93	US Orlando	45.497	102.403	2.134.411	10.390	205
94	DE Hanover	45.189	55.136	1.222.773	3.091	396
95	NL Eindhoven	44.755	31.087	689.018	1.200	574
96	US Sacramento	44.716	99.660	2.149.127	13.750	156
97	DE Mannheim	44.525	55.014	1.240.964	1.950	636
98	NL The Hague	44.440	39.518	872.289	297	2.938
99	NL Rotterdam	44.440	66.510	1.484.830	1.480	1.003
100	US Charleston	44.084	30.467	664.605	7.361	90
101	US Columbia	44.053	29.581	646.877	3.962	163
102	IT Florence	43.992	32.022	723.164	1.738	416
103	DE Bremen	43.448	44.594	1.025.580	3.176	323
104	US Buffalo	43.134	48.686	1.135.509	4.112	276
105	AT Graz	43.102	26.749	608.420	3.074	198
106	US Albuquerque	43.063	39.752	887.077	24.080	37
107	AUS Sydney	42.764	199.970	4.555.516	12.229	373
108	JP Anjo	42.268	32.366	750.787	284	2.643
109	JP Toyohashi	42.268	25.836	608.457	764	796
110	DE Augsburg	41.860	25.205	598.063	1.804	332
111	UK Bristol	41.800	34.072	795.481	807	985
112	JP Tokyo	41.636	1.475.630	34.970.411	8.592	4.070
113	ES Madrid	41.554	281.714	6.507.502	11.538	564
114	DE Freiburg	41.543	22.103	527.581	1.515	348
115	US Jacksonville	41.413	57.881	1.345.596	8.872	152
116	SE Gothenburg	41.354	36.713	877.150	3.850	228
117	AUS Gold Coast	41.295	22.321	519.630	1.811	287
118	AUS Brisbane	41.295	90.573	2.108.348	15.442	137
119	FR Toulouse	41.131	51.906	1.217.316	5.242	232
120	DE Duisburg	41.061	32.929	810.525	671	1.207
121	IT Genova	41.061	29.223	716.159	1.114	643
122	US Las Vegas	40.791	87.261	1.995.215	67.988	29
123	DE Münster	40.705	22.475	544.962	1.706	319
124	CAN Toronto	40.690	271.449	6.418.623	14.413	445
125	CAN Hamilton	40.690	24.807	599.712	2.572	233
126	US Colorado	39.987	26.781	645.626	6.963	93
127	JP Nagoya	39.643	255.787	6.405.306	3.943	1.624
128	US San Antonio	39.479	88.498	2.142.508	19.127	112
129	AUS Melbourne	39.274	167.012	4.105.857	10.103	406
130	CAN Ottawa-Gatineau	39.271	56.323	1.386.544	17.252	80
131	DE Saarbrücken	39.260	22.752	588.734	1.041	566
132	UK Glasgow	39.224	37.521	947.809	856	1.107
133	CAN Vancouver	38.852	93.175	2.312.497	5.064	457
134	DE Essen	38.566	28.891	757.019	345	2.196
135	UK Portsmouth	38.325	22.443	577.191	429	1.347
136	DE Dortmund	38.251	31.130	823.139	548	1.502
137	IT Turin	38.237	67.329	1.747.614	1.781	981
138	ES Bilbao	38.047	38.249	997.311	1.141	874
139	KR Pohang	7.886	19.602	512.246	815	629
140	CAN Winnipeg	37.839	31.070	803.601	21.716	37
141	IT Venice	37.818	20.562	541.969	1.089	498

Sigue en la página siguiente

#	Ciudad	PIB USD/cap	PIB MMUSD	Pobl	Superf km2	Dens hab/km2
142	DE Berlin	37.701	165.377	4.374.708	6.176	708
143	JP Numazu	37.677	19.952	529.593	482	1.098
144	JP Hamamatsu	37.677	37.292	986.352	1.456	678
145	JP Shizuoka	37.677	27.678	737.397	1.171	630
146	FR Marseille	37.492	65.518	1.722.236	4.231	407
147	SI Ljubljana	37.419	21.567	567.098	3.145	180
148	FR Nice	37.137	31.754	845.186	3.097	273
149	AUS Adelaide	37.133	47.479	1.253.097	3.239	387
150	SE Malmö	37.130	24.757	656.835	3.469	189
151	JP Toyama	37.118	20.172	543.168	1.563	347
152	FR Nantes	37.082	32.996	870.046	3.144	277
153	EE Tallinn	36.776	19.515	530.760	4.326	123
154	FR Bordeaux	36.745	42.194	1.121.983	5.486	205
155	DE Bochum	36.734	23.294	646.036	320	2.020
156	UK Leeds	36.590	43.221	1.166.267	1.726	676
157	JP Yokkaichi	36.489	21.024	570.666	433	1.317
158	UK Manchester	36.240	68.332	1.841.382	1.435	1.283
159	FR Strasbourg	36.164	27.757	758.724	2.031	374
160	JP Mito	36.130	21.387	590.245	644	916
161	ES Barcelona	36.125	135.803	3.675.206	1.362	2.698
162	HU Budapest	35.964	102.940	2.846.464	6.057	470
163	BE Ghent	35.918	20.983	576.408	1.017	567
164	PL Poznan	35.900	33.815	934.002	3.077	304
165	FR Rennes	35.778	24.769	671.929	3.816	176
166	JP Utsunomiya	35.481	28.611	800.040	990	808
167	GR Athens	35.438	125.724	3.563.607	1.656	2.152
168	PT Lisbon	35.400	100.538	2.797.612	3.988	701
169	JP Hiroshima	34.976	49.351	1.402.833	1.193	1.176
170	FR Grenoble	34.952	22.931	649.285	2.694	241
171	JP Kanazawa	34.905	26.092	743.647	1.283	580
172	CAN Montreal	34.885	149.360	4.169.715	10.963	380
173	CAN Quebec	34.885	29.465	820.529	6.124	134
174	JP Fukuyama	34.820	19.399	558.145	707	789
175	JP Maebashi	34.739	34.246	984.416	1.188	828
176	JP Osaka	34.517	596.941	17.247.940	7.004	2.463
177	JP Niigata	33.980	35.269	1.039.728	1.539	676
178	US Fresno	33.814	37.762	1.081.742	21.162	51
179	DE Aachen	33.754	19.497	579.473	775	747
180	KR Changwon	33.728	24.975	751.964	167	4.515
181	JP Kofu	33.718	17.337	513.797	791	650
182	JP Tokushima	33.594	18.782	560.755	792	708
183	ES Zaragoza	33.587	28.594	825.838	11.891	69
184	DE Leipzig	33.500	27.933	837.610	2.122	395
185	FR Rouen	33.491	23.619	698.385	2.870	243
186	JP Kurashiki	33.346	19.578	577.828	531	1.089
187	JP Okayama	33.346	29.519	879.397	1.096	802
188	JP Wakayama	33.258	17.474	528.946	423	1.252
189	US Tucson	33.125	33.460	980.263	23.800	41
190	JP Nagano	33.069	17.717	538.526	1.242	434
191	JP Sendai	32.806	52.094	1.576.718	1.659	951
192	KR Cheongju	32.756	25.099	739.558	579	1.277
193	JP Oita	32.445	17.956	550.265	929	593

Sigue en la página siguiente

#	Ciudad	PIB USD/cap	PIB MMUSD	Pobl	Superf km2	Dens hab/km2
194	JP Kitakyushu	32.438	37.728	1.170.818	565	2.074
195	JP Fukuoka	32.413	83.021	2.523.685	1.154	2.187
196	FR Montpellier	32.274	21.107	635.897	2.237	284
197	DE Dresden	32.024	26.969	836.995	1.716	488
198	UK Birmingham	31.916	61.257	1.884.199	1.454	1.296
199	US Clearwater	31.851	44.872	1.381.239	2.854	484
200	JP Takamatsu	31.849	19.828	604.256	599	1.009
201	FR Lille	31.793	43.118	1.349.194	1.453	928
202	US El Paso	31.404	26.091	804.123	14.468	56
203	UK Liverpool	31.115	29.244	929.014	557	1.669
204	PL Wroclaw	31.085	25.968	832.975	2.635	316
205	KR Seoul	30.999	730.727	22.529.435	4.673	4.821
206	UK Cardiff	30.988	20.213	640.632	737	869
207	UK Nottingham	30.968	26.303	835.625	1.111	752
208	JP Matsuyama	30.594	19.711	642.841	797	807
209	UK Leicester	30.592	20.684	660.817	1.099	601
210	JP Sapporo	30.484	67.192	2.184.613	2.175	1.004
211	JP Himeji	30.070	21.439	713.218	881	809
212	FR Saint-Étienne	29.869	15.620	520.667	1.799	289
213	BE Liege	29.355	21.519	726.431	1.414	514
214	JP Kagoshima	29.122	20.472	702.127	763	921
215	JP Nagasaki	28.765	14.733	516.411	382	1.353
216	JP Kumamoto	28.695	28.136	973.384	814	1.196
217	ES Valencia	28.346	45.866	1.570.517	1.475	1.065
218	UK Newcastle	27.547	29.347	1.050.561	2.873	366
219	FR Toulon	27.427	15.205	547.703	1.048	523
220	UK Sheffield	27.390	24.605	880.237	1.110	793
221	PL Gdansk	27.367	30.061	1.091.850	2.616	417
222	MEX Centro	27.077	24.818	875.172	3.209	273
223	CZ Brno	26.652	17.127	639.026	2.359	271
224	JP Kochi	26.348	12.904	491.875	985	499
225	KR Jeonju	26.253	18.729	697.052	503	1.386
226	MEX Monterrey	26.088	116.041	4.152.115	10.984	378
227	PL Kraków	25.997	35.283	1.351.831	3.749	361
228	ES Las Palmas	25.812	17.318	658.958	790	834
229	ES Seville	25.446	37.141	1.421.045	4.164	341
230	UK Bradford	25.406	14.162	540.172	444	1.218
231	CL Santiago	25.176	164.436	6.393.831	4.557	1.403
232	JP Naha	24.897	28.893	1.145.731	419	2.735
233	PL Katowice	24.837	64.791	2.628.207	3.920	670
234	IT Bari	24.706	14.349	577.899	755	765
235	PL Łódź	24.384	23.110	956.156	1.694	565
236	KR Daejeon	24.337	39.332	1.565.511	996	1.572
237	PT Porto	23.663	30.923	1.300.285	952	1.367
238	KR Busan	23.316	80.057	3.447.182	725	4.756
239	CZ Ostrava	23.103	13.002	564.380	932	606
240	KR Gwangju	22.661	36.120	1.535.944	696	2.205
241	ES Málaga	22.653	19.594	834.023	1.623	514
242	IT Palermo	22.172	20.795	935.921	836	1.120
243	IT Naples	21.806	77.675	3.552.568	1.559	2.279
244	KR Daegu	21.796	58.349	2.639.116	1.113	2.370
245	MEX Saltillo	21.471	16.327	725.123	5.562	130

Sigue en la página siguiente

#	Ciudad	PIB USD/cap	PIB MMUSD	Pobl	Superf km2	Dens hab/km2
246	IT Catania	21.401	13.419	623.610	609	1.023
247	MEX Mexico City	20.751	410.908	19.255.925	5.102	3.774
248	PL Lublin	20.013	13.433	671.101	3.222	208
249	GR Thessalonica	19.522	18.851	957.946	1.400	684
250	MEX Hermosillo	19.200	15.857	784.342	16.927	46
251	US Mcallen	18.955	15.618	774.769	4.102	189
252	MEX Querétaro	18.941	22.609	1.119.642	2.455	456
253	MEX Benito Juárez	18.578	13.491	661.176	2.090	316
254	MEX Torreón	18.268	23.697	1.247.765	11.554	108
255	CL Valparaíso	17.416	17.070	954.333	1.324	721
256	MEX Reynosa	15.800	12.307	727.150	4.686	155
257	MEX Aguascalientes	15.740	15.768	951.197	2.308	412
258	MEX Tampico	15.564	12.305	762.129	2.091	364
259	MEX Tijuana	15.237	25.483	1.559.683	1.252	1.246
260	MEX Mexicali	15.237	15.054	936.826	15.813	59
261	MEX Guadalajara	14.810	68.579	4.398.145	2.478	1.775
262	MEX Juárez	14.255	19.591	1.332.131	3.578	372
263	MEX Chihuahua	14.255	12.356	830.231	8.861	94
264	MEX San Luis Potosí	13.332	16.477	1.185.716	5.245	226
265	MEX Culiacán	13.299	11.762	858.638	6.239	138
266	MEX Durango	13.149	7.938	582.267	9.185	63
267	MEX Mérida	13.026	17.819	1.316.633	12.501	105
268	CL Concepción	12.677	11.411	886.511	1.869	474
269	MEX Veracruz	12.505	10.163	782.301	1.057	740
270	MEX Xalapa	12.505	9.490	729.661	1.313	556
271	MEX León	12.364	20.902	1.609.504	1.744	923
272	MEX Irapuato	12.364	6.808	529.440	844	627
273	MEX Celaya	12.364	7.758	602.045	1.160	519
274	MEX Cuernavaca	11.583	10.554	876.083	947	925
275	MEX Pachuca	10.895	6.453	546.513	1.594	343
276	MEX Toluca	10.526	21.558	1.936.126	2.191	884
277	MEX Puebla	9.762	21.825	2.135.375	1.344	1.589
278	MEX Morelia	9.421	8.328	846.052	1.935	437
279	MEX Oaxaca	7.582	5.804	729.315	1.702	428
280	MEX Acapulco	7.575	6.126	789.971	1.731	456
281	MEX Tuxtla	6.505	5.081	738.261	2.167	341

A.2. Países que componen los grupos socioeconómicos propuestos



BAJO	MEDIO BAJO	MEDIO ALTO	ALTO
Chad	Bulgaria	Colombia	Barbados
Comoros	Cameroon	Costa Rica	Belgium
Congo, Dem.Rep.	Cape Verde	Cuba	Brunei Darussalam
Eritrea	China	Dominica	Canada
Ethiopia	Congo, Rep.	Rep. Dominican	Republic Croatia
Gambia	Cote Ivoire	Fiji	Cyprus
Ghana	Ecuador	Gabon	Czech Republic
Guinea	Egypt, Arab Rep.	Georgia	Denmark
Haiti	El Salvador	Grenada	Estonia
Kenya	Guatemala	Jamaica	Finland
Lao PDR	Guyana	Latvia	France
Liberia	Honduras	Lebanon	Germany
Madagascar	India	Lithuania	Greece
Malawi	Indonesia	Malaysia	Hong Kong, China
Mali	Iran, Islamic Rep.	Mauritius	Hungary
Mauritania	Iraq	Mexico	Iceland
Mongolia	Jordan	Myanmar	Ireland
Mozambique	Lesotho	Namibia	Israel
Nepal	Macedonia, FYR	Panama	Italy
Niger	Maldives	Peru	Japan
Rwanda	Marshall Islands	Poland	Korea, South
Senegal	Morocco	Romania	Kuwait
Serbia	Nicaragua	Russian Federation	Luxembourg
Sierra Leone	Nigeria	Seychelles	Macao, China
Tanzania	Pakistan	South Africa	Malta
Togo	Paraguay	St. Kitts and Nevis	Monaco
Uganda	Philippines	St. Lucia	Netherlands
Vanuatu	Sao Tome and Principe	St. Vincent and the Grenadines	New Zealand
Vietnam	Solomon Islands	Suriname	Norway
Zambia	Sri Lanka	Tajikistan	Oman
Zimbabwe	Sudan	Uruguay	Portugal
	Swaziland	Venezuela, RB	Qatar
	Syrian Arab Republic		Saudi Arabia
	Thailand		Singapore
	Tonga		Slovak Republic
	Tunisia		Slovenia
	Turkey		Spain
	Turkmenistan		Sweden
	West Bank and Gaza		Switzerland
			Trinidad and Tobago
			United Arab Emirates
			United Kingdom
			United States