La tasa de participación provee un factor que refleja la participación del sector residencial y el comercial en la recuperación de los diferentes tipos de materiales establecidos en la recuperación del material designado. Por ejemplo: muchos hogares y establecimientos están dispuestos a participar en el reciclaje de latas de aluminio debido a su peso liviano, fácil separación y porque generalmente entienden la importancia de recuperar este material. Por otro lado, la participación en la recuperación de los envases de plástico para la leche es menor debido a los requisitos de espacio para almacenarlos y la necesidad de enjuagar el recipiente para prevenir malos olores. Al multiplicar la tasa de recolección de un material por la tasa de participación de dicho material obtenemos la tasa de recuperación para el material. Como se ilustra a continuación, la suma total de estas tasas de recuperación basadas en la composición de los residuos identificados en el Informe Wehran, resultan en una tasa de recuperación general de 35%, la cual es constante con la meta establecida por la ADS.

Tabla 5-1: Detalle de los Porcentajes de las Metas de Desvío

	Component	Composición estimada de los residuos				Estimado para el 35% de Desvío			
		Dispuestos Tons (2006)	Reciclados Tons (2006)	Generación Total (Tons)	Generación Estimada	Tasa Recolección (%)	Tasa Participación (%)	Tasa Recuperación (%)	Por ciento sobre estimado
Plástico	Tipo 1 – Polietileno	33,300	3,000	36,300	**0.9%**				**0.2%**
	Bienes duraderos				0.1%	0	0	0	0.0%
	Botellas de refresco				0.3%	70	60	42	0.1%
	Otros recipientes plásticos				0.3%	50	40	20	0.1%
	Otros Empaques				0.1%	0	0	0	0.0%
	Otros				0.1%	0	0	0	0.0%
	Tipo 2 - HDPE	107,400	6,000	113,400	**2.8%**				**0.3%**
	Bienes duraderos				0.3%	0	0	0	0.0%
	Botellas de leche y agua				0.4%	70	60	42	0.2%
	Otros recipientes plásticos				0.7%	50	40	20	0.1%
	bolsas de plástico				0.1%	0	0	0	0.0%
	Otras bolsas, sacos y envolturas				0.4%	0	0	0	0.0%
	Otros Empaques				0.6%	0	0	0	0.0%
	Otros				0.2%	0	0	0	0.0%
	Tipos 3 – 7 (PVC, LDPE, PP, PS, Mezclados)	240,900	5,500	246,400	**6.2%**				**0.6%**
	Bienes duraderos				3.1%	0	0	0	0.0%
	Otros recipientes plásticos				0.2%	50	40	20	0.1%
	Platos y vasos plásticos				0.3%	0	0	0	0.0%
	Bolsas de basura (LDPE)				0.3%	0	0	0	0.0%
	Otras bolsas, sacos y envolturas				1.5%	0	0	0	0.0%
	Otros Empaques				0.7%	0	0	0	0.0%
Papel	Papel de Alta Calidad	41,600	27,300	68,900	**1.7%**	80	60	48	**0.5%**
	Papel de Baja Calidad	320,100	27,300	347,400	**8.7%**				**2.8%**
	Periódicos				3.2%	90	70	63	2.0%
	libros				0.3%	50	30	15	0.0%
	revistas				0.7%	70	50	35	0.2%
	guías telefónicas				0.2%	90	30	27	0.1%
	correspondencia				1.7%	70	40	28	0.5%
	Papel sanitario y toalla				1.0%	0	0	0	0.0%
	platos y vasos de cartón				0.3%	0	0	0	0.0%
	Cartones de leche y jugo				0.1%	50	30	15	0.0%
	Otros				1.2%	0	0	0	0.0%
	Cartón corrugado	307,000	85,100	392,100	**9.8%**	90	80	72	**6.1%**

Metales	Metales Ferrosos	350,100	121,500	471,600	11.8%				6.6%
	Bienes duraderos de metal				9.8%	90	80	72	5.7%
	latas de metal				1.8%	90	60	54	0.8%
	Otros				0.2%	90	60	54	0.1%
	Metales No- Ferrosos	34,400	18,700	53,100	1.3%				0.4%
	Latas de cerveza y refresco				1.0%	80	60	48	0.3%
	Papel aluminio y envolturas				0.3%	50	30	15	0.0%
	Otros				0.0%	0	0	0	0.0%
	Residuos de jardín	776,200	19,200	795,400	19.9%	90	70	63	13.4%
	Residuos orgánicos	469,200		469,200	11.8%	0	0	0	0.0%
	Escombros de construcción	583,800		583,800	14.6%	40	40	16	2.6%
Vidrio	**Todo tipo de vidrio**	86,800	4,700	91,500	2.3%				0.8%
	Botellas de cerveza y refrescos				1.2%	70	60	42	0.5%
	Botellas de vino y licor				0.3%	60	60	36	0.1%
	frascos de comida				0.5%	70	50	35	0.2%
	Otros duraderos (ventanas,etc.)				0.3%	0	0	0	0.0%
	Residuos peligrosos del hogar	18,000		18,000	0.5%	10	30	3	0.0%
	otros no definidos	278,200	23,000	301,200	7.6%	50	20	10	0.8%
Total		3,647,000	341,300	3,988,300	100.0%				35.1%

Como se ilustra en la Tabla 5-1, esta meta del 35 por ciento de desvío/ material reciclable recuperado se logra haciendo obligatoria la recuperación de ciertos materiales y alcanzando las tasas de recolección y participación establecidas en esta tabla. Esta tasa de desvío es consistente con los promedios de muchos estados de los EE.UU. Muchas comunidades de los EE.UU. han sobrepasado esta meta y varios estados como Nueva York, Nueva Jersey, California, Connecticut y Massachussets han fijado metas que sobrepasan el 50 por ciento para los próximos 10 años. Debe señalarse que las comunidades que han logrado estas ambiciosas metas se han visto presionadas por los altos costos de disponer, lo cual ha hecho que el reciclar sea más económico, y han implantado programas agresivos. Estos programas han incluido el reciclaje en la acera (curbside collection) mandatario, la implantación del sistema de precios PAYT, la separación de las porciones de residuos orgánicos para ser recuperados (incluyendo los residuos de comida y papel contaminado), designación de una gran variedad de tipos de residuos para reciclaje incluyendo los residuos voluminosos, residuos electrónicos, C&D y otras estrategias. Muchas de estas estrategias requieren recursos financieros adicionales, implantación de programas abarcadores de educación y de cumplimiento y el tiempo para implantarlos.

A la fecha, sè reporta que los mercados para materiales reciclables en la Isla son fuertes y que los operadores privados de centros de reciclaje tienen capacidad disponible para materiales separados en la fuente en exceso de la demanda. Como se demuestra de acuerdo a los tipos y cantidades de materiales que actualmente son reciclados, los operadores de reciclaje han concentrado sus esfuerzos en cubrir sus necesidades principalmente del sector comercial, ya que estos esfuerzos generalmente producen resultados costo-efectivos. El sector industrial y comercial producen grandes cantidades de material separado en la fuente (cartón corrugado, paletas de madera, etc.) y por lo tanto resulta más costo efectivo el recogerlos y mercadearlos por ejemplo, más material por menos costos de transportación y de procesamiento. En muchos casos, los materiales separados en la fuente pueden venderse directamente al mercado o llevarse a un Centro de Acopio para preparación final y distribución en el mercado.

Con respecto al sector residencial, los materiales reciclables no son fuente de fácil separación. Por lo tanto, necesitan una inversión adicional significativa de mano de obra y otros costos para separar los materiales del resto de los residuos, recogerlos y procesarlos para el mercado. También requiere de educación y la participación del sector residencial en el programa. Esto no es fácil de lograr ya que a diferencia del sector comercial, el residencial no recibe un impacto directo por no participar en el programa.

Debido a los mercados fuertes y a la baja inversión de capital asociados con el procesamiento de materiales separados en la fuente, se anticipa que los mercados libres respondan con la infraestructura requerida para cumplir con las necesidades de reciclaje del sector comercial e industrial, una vez el mismo sea obligatorio.

Programas de Recogido

El logro exitoso de las metas de reciclaje en la Isla dependerá mayormente de tres factores: 1) establecer y hacer cumplir mandatos para la recuperación obligatoria de materiales reciclables, 2) la participación de la ciudadanía en el proceso de separación y 3) tener la infraestructura necesaria para manejar los materiales reciclables. Basada en la experiencia de otras jurisdicciones en los EE.UU., la ADS recomienda lo siguiente:

- **Programas de recogido en la acera ("curbside") de los diferentes tipos de materiales reciclables.**

  La mayoría de los hogares en Puerto Rico son provistos de recogido de basura en la acera pero no de materiales reciclables. Mientras que el establecimiento de centros de depósito comunitarios para la disposición de reciclables pudiese ser costo efectivo para los municipios, generalmente resulta en bajas tasas de participación y de recuperación de materiales reciclables. El recogido de estos materiales en la acera provee una mayor oportunidad para la participación y su recuperación .

- **Recipientes de tamaño adecuado provisto por los municipios al sector residencial.**

  Algunos municipios en Puerto Rico han iniciado ya programas de reciclaje que proveen estos recipientes. En los EE.UU., proveer recipientes con suficiente capacidad para colocar todos los reciclables ha resultado en un incremento del 20 por ciento en la recuperación de materiales y la participación en algunas comunidades.

- **Eliminar el requisito de segregación de reciclables en la fuente.**

  Esto facilitaría que la ciudadanía participe al eliminar el proceso de categorizar los residuos reciclables por tipos de materiales. En Collier County, Florida, el cambiar de materiales reciclables separados en la fuente a materiales mezclados, incrementó las tasas de recolección en un 30 por ciento.

A fin de que esta estrategia funcione, es necesario aprobar nuevas reglamentaciones o enmendar las ordenanzas y reglamentaciones existentes que requieren que los municipios preparen y sometan planes de reciclaje describiendo cómo van a cumplir con las metas de la ADS. Las reglamentaciones, como mínimo, deberían contener lo siguiente:

- Las metas de reciclaje claramente establecidas (Por ejemplo: 15% en un periodo de dos años a partir de la aprobación del plan de reciclaje del municipio, 25% dentro de 5 años y 35% o más dentro de 10 años de haberse adoptado el plan).

- Los requisitos del Plan de Reciclaje claramente establecidos, que incluyan: Las definiciones de los tipos de materiales a ser recuperados para el reciclaje, la identificación de un coordinador de reciclaje, establecimiento de responsabilidades para el registro de los archivos, requisitos de los informes y creación de un programa de recogido de residuos en la acera (comunicación, materiales, transportación, coordinación con las instalaciones de reciclaje y mercados, etc.).

- Requisitos para la presentación e implantación de planes individuales de reciclaje.

- Incentivos a los municipios para que implanten programas de recogido en la acera (curbside) de materiales reciclables mezclados.

- Un programa de cumplimiento que defina qué acciones disciplinarias serán tomadas para hacer que el público en general cumpla con los requisitos.

Existen suficientes mercados para materiales reciclables separados en la fuente. Sin embargo, se necesitará capacidad de procesamiento adicional para los materiales mezclados recolectados. Por tal razón, se recomienda el desarrollo de una o dos instalaciones para la recuperación de materiales mezclados. El desarrollo de la capacidad de procesamiento necesaria se discute a continuación.

Sistema de Infraestructura

La mayoría de los esfuerzos de reciclaje actualmente se concentran en el recogido de materiales que han sido separados del resto del flujo de los residuos ya sea en el hogar, establecimiento comercial o acarreador de residuos. Como tal, estos materiales separados en la fuente requieren un procesamiento mínimo y frecuentemente pueden venderse directamente al mercado o llevarse a un Centro de Procesamiento para ser vendidos al por mayor. Ante este escenario, no es necesaria una infraestructura elaborada para su procesamiento. Los costos asociados con el recogido de materiales separados en la fuente, particularmente en los hogares, es frecuentemente un inhibidor para lograr altas tasas de reciclaje y participación. Esto se debe a que es más costoso obtener camiones divididos con compartimientos para recoger los materiales separados y tener trabajadores que separen los materiales en la acera. Además la ciudadanía no desea invertir tiempo en la segregación, ni espacio para almacenar los materiales separados.

Como se mencionó anteriormente, el recogido en la acera (curbside) de reciclables mezclados es un método altamente costo efectivo y resulta en las tasas de participación más altas. Sin embargo, requiere de una instalación de procesamiento para materiales mezclados en conjunto con el recogido y la segregación de los reciclables para mercadearlos. Tales instalaciones incluyen componentes de alta tecnología que requieren una inversión significativa de capital. Dada esta inversión de capital, los mercados libres no necesariamente responderán al desarrollo de tal instalación hasta que muchas instituciones hayan implantado el recogido de materiales mezclados. Las comunidades no implantarán el recogido de materiales mezclados hasta que exista una instalación a donde llevarlos para su procesamiento. Por lo tanto, se propone el desarrollo de dos instalaciones para la recuperación de materiales mezclados para motivar el recogido de reciclables en la acera. Estas instalaciones también pueden utilizarse como centros de procesamiento para aceptar y mercadear materiales reciclables separados en la fuente, provenientes del sector residencial y comercial. Inicialmente se desarrollará una instalación en el área metropolitana con capacidad para procesar 250 toneladas por día en un solo turno y 500 toneladas por día en un turno doble para una capacidad de procesamiento de hasta 140,000 toneladas al año.

Una segunda instalación para materiales mezclados se desarrollará en la Región Sur para cubrir la demanda. Esta instalación contará con una capacidad de 200 toneladas por día en un solo turno y 400 toneladas por día en un turno doble. Combinado con la instalación propuesta del área metro, estas instalaciones pueden suplir hasta 900 toneladas por día de capacidad para materiales reciclables para cubrir las necesidades futuras. También, pueden usarse como el lugar para aceptar y mercadear materiales separados en la fuente, ya sea del sector residencial como del comercial, según aplique. Se proyecta que, basado en la tasa de proyecciones de reciclaje actuales, la instalación en la Región Sur pueda

entrar en operación en el 2012 para suplir, aproximadamente 100 por ciento de las necesidades de capacidad de procesamiento residencial a esa fecha. Las proyecciones actuales indican un total de recuperación de materiales residenciales reciclables de aproximadamente 280,000 toneladas por año para el 2012.

Actualmente, existen cerca de cien compañías privadas e instituciones comunitarias reciclando residuos en Puerto Rico. Estas compañías o entidades están reciclando la mayoría de los residuos que se recolectan. Muchas de las instalaciones para la recuperación de materiales manejados por estas instituciones trabajan por debajo de su capacidad debido a que no reciben suficientes reciclables para procesar. Se espera que, a medida que más municipios implanten exitosamente programas de recogido en acera, esta capacidad sea utilizada y el sector privado se motive a desarrollar la capacidad adicional para cubrir la demanda de procesamiento.

Mercados para Materiales Reciclados

Existe un mercado internacional para materiales reciclados que sustenta la implantación de estrategias de reciclaje que apoyen la meta de 35% de desvío. A la fecha la mayor parte del material reciclado es exportado al exterior. Sin embargo, existen oportunidades para desarrollar nuevos mercados de materiales reciclables en la Isla que usarían el material reciclado para fabricar un producto final que pudiese venderse a los mercados locales o internacionales. Debido a estas razones, la ADS fomentará oportunidades de negocio entre los operadores de las instalaciones privadas y los compradores potenciales de estos materiales.

La ADS promoverá el mercado local para los materiales reciclables, mediante las siguientes estrategias:

- Identificará materias primas utilizadas actualmente por los manufactureros locales y desarrollará oportunidades.
- Promoverá potenciales relaciones comerciales entre los recicladores privados y los usuarios.
- Participará activamente en la creación de incentivos para fabricantes que usen materiales reciclados en sus procesos.
- Proporcionará educación general y asistencia técnica.
- Proporcionará guías para desarrollar planes de colaboración entre los productores, procesadores y usuarios de materiales reciclados.
- Asesorará en los programas de recogido.
- Fomentará el desarrollo de acuerdos de mercadeo cooperativo.
- Mantendrá un inventario de las instalaciones de reciclaje, mercados y la capacidad de procesamiento de éstas.
- Atenderá prioritariamente a las compañías de reciclaje existentes en la Isla.

Acciones para la Implantación de Estrategias de Reciclaje

La ADS planifica llevar a cabo las siguientes actividades para ayudar en la implantación de los programas de desvío:

- Recopilar la información relacionada con los programas de desvío existentes en los 78 municipios para desarrollar una base de datos.

- Desarrollar un plan modelo para reciclaje residencial basado en un programa de recogido en acera (curbside) de materiales mezclados.

- Desarrollar documentos que sirvan de guía según sea necesario, como por ejemplo un directorio de mercados de material reciclable, programas de mercadeo cooperativo, detalle de la composición de los residuos, folletos y hojas sueltas sobre la importancia del reciclaje dirigido a los sectores residenciales y comerciales.

- Comunicar a los municipios los requisitos propuestos, incluyendo, pero sin limitarse a: Suministro de recipientes para reciclaje, recogido y transportación de materiales, educación y promoción, cumplimiento, costo y oportunidades para recabar fondos, y entrega de material a las instalaciones de reciclaje y mercados (destino y negociación).

- Comunicación con las instalaciones de reciclaje existentes para evaluar su capacidad, guiar las negociaciones con los municipios, y desarrollar proyecciones sobre las necesidades futuras.

- Implantar estrategias para promover el desarrollo de instalaciones para la recuperación de materiales limpios mediante acuerdos publico/privados.

- Desarrollar un MRF en el área metropolitana para la recuperación de materiales. La instalación inicial tendrá capacidad para 250 toneladas por día en un solo turno, y hasta 500 toneladas por día en un doble turno y pudiese operar para el año 2009.

- Desarrollar un MRF limpio en la Región Sur. La instalación puede tener capacidad para 200 toneladas por día en un solo turno, y hasta 400 toneladas por día en un doble turno y puede comenzar a operar para el 2012.

- Fomentar la inversión de capital privado en el desarrollo de instalaciones en otras regiones de la Isla.

- Evaluar mecanismos y establecer nuevos modelos para recaudación de fondos.

- Desarrollar planes para financiar los programas de desvío. Algunos de estos ejemplos bajo consideración son: sobrecargo de reembolso por material reciclado, subsidio de los costos de capital de la instalación para la recuperación de materiales, e implantación de programas PAYT.

- Fiscalizar el proceso de implantación del programa y de los planes y ordenanzas, la implantación del programa y su cumplimiento.

- Asesorar a los municipios para que establezcan un programa de recaudación de fondos para asegurar la estabilidad financiera de los programas.

- Mantener un programa de educación continúa al público y a la empresa privada a medida que el programa progresa.

5.1.1.3. Estrategias para el Manejo de Composta y Residuos de Jardinería

Se aprobó reglamentación que prohíbe la disposición de residuos de jardinería en los SRS, efectivo el 1ro de octubre de 2006. Esta reglamentación se encuentra en el Capítulo 9 del Reglamento Num. 6825, Reglamento para la Reducción, Reutilización y Reciclaje de los Residuos Sólidos en Puerto Rico, del 15 de junio de 2004. El reglamento también establece las multas para las entidades o partes que no cumplan con las disposiciones. Debido a que los residuos de jardinería deben desviarse de los SRS, es necesario desarrollar estrategias para el manejo de este material.

Al implantarse este reglamento la cantidad estimada de material vegetal a desviarse puede exceder 500,000 toneladas por año. Este estimado se basa en la composición de los residuos según el Estudio de Wehran llevado a cabo en el 2003 el cual identifica que el material vegetal comprende aproximadamente el 20% del flujo de los residuos. También contempla que aproximadamente el 63% de este material puede desviarse para procesamiento. Este material vegetal de jardín puede convertirse en composta y venderse como agregado para el suelo. Para manejar esta cantidad de material vegetal la ADS propone desarrollar tres plantas de composta con una capacidad de aproximadamente 1,800 toneladas por día (en una semana de 6 días laborables) Actualmente, se encuentra en desarrollo la planta de composta de la Autoridad de Acueductos y Alcantarillados en Mayagüez. Se proyecta que las cuatro instalaciones existentes provean aproximadamente 400 tpd de capacidad de procesamiento cuando entren en operación. Al presente, solo la Planta de Composta de Arecibo se encuentra en operación, con una capacidad de procesamiento de 100 tpd de material vegetal. También se anticipa que las comunidades implantarán programas alternos de desvío de menor escala, según ha sido demostrado en los programas implantados en los EE. UU. Por lo tanto, a medida que las comunidades individuales inicien la implantación de sus programas para desviar estos residuos de los SRS, se re-evaluarán los requisitos sobre la ubicación y tamaño de las instalaciones necesarias para compostaje.

Otra actividad considerada para el manejo del material vegetal es triturar como pre-procesamiento para utilizarse como cubierta alterna en los SRS, control de maleza y trabajos de ornato y jardinería. La mayoría de los municipios cuentan con maquinas trituradoras para procesar el material vegetativo. En algunos casos el material vegetal puede usarse como fuente de combustible. Aunque esta alternativa ha sido exitosa no es considerada como reciclaje. Con frecuencia, la trituración precede al compostaje en hileras. Se pueden establecer instalaciones para el procesamiento de material vegetal en los SRS existentes o en las ET. Para ayudar a desarrollar estas instalaciones de triturado y compostaje, la ADS ofrecerá asistencia técnica y apoyo para el desarrollo de programas

de recogido de residuos de jardinería, educación, plantas de composta, e instalaciones regionales y acuerdos de cooperación con entidades privadas de compostaje.

A medida que la información este accesible, la ADS continuará la evaluación de oportunidades para el compostaje de material vegetal con residuos de comidas y otros materiales biodegradables. A corto plazo, se anticipa que muchas comunidades implanten programas de compostaje, trituración y sus propios sistemas de compostaje para manejar los residuos de jardinería como respuesta a la reglamentación de octubre de 2006. También se anticipa que el sector privado responderá para ayudar a cubrir la demanda de las comunidades.

La ADS estima que necesitará tener disponible una capacidad combinada de procesamiento de 500 toneladas por día para atender el treinta (30) por ciento de la cantidad total del material vegetal que se estima serán desviados. La ubicación de estas plantas de compostaje fue evaluada utilizando el Estudio de Caracterización de Residuos del 2003. El estudio provee información sobre la cantidad de material vegetal que llegó a los SRS de Puerto Rico. Se determinó el porcentaje de material vegetal que llego a cada uno de éstos. De esta información, se encontró que los SRS de Ponce, Toa Baja y Humacao recibieron la mayor cantidad de material vegetal. Basado en estos resultados, la ADS propone la construcción de tres instalaciones en las áreas Norte, Sur y Este. Actualmente se esta analizando la ubicación de éstas, de acuerdo a la capacidad, espacio y tecnologías requeridas.

Para promover que se lleve el material vegetal a las plantas de composta, se fomentará el establecimiento de tarifas de bajo costo y se desalentará la práctica de llevar estos materiales al SRS mediante la implantación de un cargo adicional. Luego que el material es procesado, el producto final puede venderse a precios nominales o entregarse a interesados en utilizar este producto. Existen varios usos que han sido identificados para estos productos, entre ellos se encuentran:

- Aplicación en áreas verdes.
- Como fertilizante (mayormente composta).
- Material de camada para los establos de caballos.
- Cubierta alterna para SRS.
- Material estabilizador para las pendientes de los SRS.

No se ha identificado una tecnológica alterna que haya demostrado sustentabilidad económica para exclusivamente manejar las cantidades de material vegetal estimado para Puerto Rico. Si la capacidad de las instalaciones propuestas no cubren el procesamiento del material vegetal estimado, la ADS reevaluará la posibilidad del uso de tecnologías de procesamiento alterno para la disposición de este tipo de material.

5.1.1.4. Otras Estrategias

Otras estrategias para el desvío de residuos de los SRS incluyen:

- Continuar educando al público sobre los beneficios de reducción en la fuente y estrategias de reuso que complementan el programa de desvío de residuos.
- Continuar el desarrollo e implantación de programas de reducción en la fuente y de reuso.
- Desarrollar programas de reciclaje de equipo electrónico incluyendo baterías para aumentar la tasa de desvío y reducir las emisiones al aire que pueden causar procesar este tipo de residuos en una instalación de procesamiento termal.
- Continuar el desvío de C&D y de otros residuos que pueden ser recuperados para evitar el detrimento de la operación de los SRS y de futuras instalaciones de procesamiento termal.
- Brindar apoyo en el desarrollo de mercados para los C&D recuperados, con el propósito de motivar el desvío de los mismos.

Reciclaje Electrónico (E-Cycling por su nombre en inglés)

Los productos electrónicos hacen la vida más cómoda. Sin embargo, la acumulación de estos, usados y obsoletos, continúa creciendo. E-Cycling es un programa para el reuso o reciclaje de estos productos electrónicos de consumo.

Los monitores de computadoras y los tubos catódicos de televisores contienen un promedio de cuatro libras de plomo y requieren manejo especial al final de su vida útil. Además del plomo, los productos electrónicos pueden contener cromo, cadmio, mercurio, berilio, níquel, zinc, entre otros. Los materiales tóxicos de los productos electrónicos que no se disponen o reciclan adecuadamente representan un problema ambiental. Extender la vida o donar los productos electrónicos que funcionan ahorra dinero y recursos importantes. El reciclaje en forma segura de productos electrónicos promueve el manejo seguro de componentes peligrosos y apoya la recuperación y reuso de materiales valiosos.

El reciclaje de productos electrónicos reduce la contaminación que se generaría al fabricar un producto nuevo y la necesidad de extraer recursos valiosos y limitados. También reduce la energía utilizada en la fabricación de productos nuevos e incrementa la vida útil de los SRS.

De acuerdo a la USEPA, más de mil municipios en los EE.UU. ofrecen recogido de computadoras y productos electrónicos como parte de eventos especiales de recogido de residuos peligrosos caseros, u otras medidas. Además, se han desarrollado organizaciones

públicas y privadas que aceptan computadoras y otros productos electrónicos para reciclaje. En junio del 2007 la ADS efectuó un evento especial de recogido de residuos electrónicos en el cual se acopiaron más de 60,000 libras de estos.

Actualmente existen aproximadamente seis (6) compañías que reciclan productos electrónicos operando en Puerto Rico. Estas compañías han reportado que reciclan cerca de 1,000 toneladas al año de este material. La mayor parte de éste es desmantelado manualmente y las partes que pueden reusarse son exportadas a los EE.UU. En algunas compañías los materiales reusables se utilizan como piezas de repuesto en la reparación de computadoras, monitores y otros equipos electrónicos.

La ADS fomentará el reciclaje de electrónicos mediante lo siguiente:

- Desviar el flujo de electrónicos de los SRS. Se proyecta enmendar el actual Reglamento 6825 para incluir ordenanzas que requieran el desvío de equipo electrónico a estos y futuros centros de reciclaje identificados. Entre los artículos que deben ser reciclados o reusados se encuentran computadoras, monitores, televisores, tubos de rayos catódicos, impresoras, escáneres, facsímiles, teléfonos y baterías para uso en el hogar.
- Desarrollar procedimientos para que se establezcan centros de acopio que aseguren el recogido del equipo electrónico de forma segura, así como su remanufactura, reciclaje o reuso.
- Organizar eventos especiales con el auspicio de los municipios y el sector privado para recoger estos materiales.
- Desarrollar las guías para el establecimiento de centros de reciclaje para estos materiales.
- Supervisar los centros para evaluar alternativas que incrementen el volumen de productos electrónicos acopiados.
- Promover que se comparta entre las partes involucradas en el ciclo de vida del artículo, la responsabilidad y los costos en el manejo seguro del recogido, reuso y reciclaje en armonía con el ambiente.
- Establecer un programa de educación al público similar al de Reciclaje.
- Proveer incentivos a estas empresas para expandir sus operaciones así como programas educativos para promocionar el depósito de este tipo de residuos en estos centros especializados.
- Asesorar en el desarrollo de mercados para residuos electrónicos.
- Evaluar la necesidad de auspiciar instalaciones adicionales para el acopio de electrónico

Reciclaje Construcción y Demolición

Algunos productos de construcción y demolición (C&D) tales como: madera, metal, concreto, piedra, asfalto y otros, son también reciclables. Actualmente existen cinco (5) empresas en Puerto Rico que reciclan estos residuos. Se proyecta enmendar el actual Reglamento 6825 para incluir ordenanzas para requerir el desvío de C&D. La ADS recomienda que los programas de desvío de C&D incluyan las siguientes estrategias:

- Separar las varillas de metal del hormigón para reciclar ambos materiales.
- Utilizar el hormigón molido como material de base para las carreteras
- Triturar los residuos de madera para composta.

El mercado del reciclaje C&D depende del precio de materias primas y la necesidad de los operadores privados de modificar sus operaciones de acuerdo a las condiciones del mismo. Una vez se haya establecido la reglamentación y se haya evaluado la información concerniente a las capacidades de los programas de reciclaje privados, se determinará si existe la necesidad de auspiciar centros adicionales para el desvío de residuos C&D. El desarrollo de mercados para reciclables C&D se promoverá a través de acciones tales como ordenar el contenido de reciclaje en productos y aplicaciones para motivar a los operadores a modificar las operaciones para utilizar los materiales recuperados.

5.1.2. Estrategias de Disposición

5.1.2.1. Estrategias de Conversión de Residuos Sólidos a Energía

Con el fin de implantar exitosamente la estrategia de reducir la disposición en los SRS, el Itinerario Dinámico del Caso Base incluye el desarrollo de dos plantas de conversión de residuos sólidos a energía con una capacidad de procesamiento aproximada de 2,910 toneladas por día. Una de estas se desarrollará en la Región Noroeste con capacidad de 1,350 toneladas por día y se estima que entre en operación en el 2012 y otra en la Región Noreste con capacidad de 1,560 toneladas por día y se estima que entre en operación en el 2013. La ubicación de las instalaciones en las Regiones Noroeste y Noreste proveerá la capacidad adecuada para servir las áreas impactadas por el cierre de SRS y la necesidad de capacidad adicional proyectada para la región.

Las instalaciones de conversión de residuos sólidos a energía han sido probadas exitosamente a nivel internacional. En los EE.UU., más de las 63 instalaciones de este tipo que existen. se encuentran operando de forma exitosa. Por primera vez en los últimos diez años se están planificando nuevas instalaciones, las existentes se están expandiendo y las cerradas están reabriendo. La energía generada por estas instalaciones es sustancial y confiable y no resulta en la reducción de los recursos naturales. Debido a los altos costos de energía y la creciente demanda, se espera un aumento en la utilización de estas tecnologías.

Algunas de las tecnologías de conversión de residuos sólidos a energía pueden generar productos residuales como gases y "slag". Estos pueden ser utilizados en la industria de químicos y en la construcción. Las emisiones que puedan generarse son tratados con el equipo de máximo control de contaminantes disponible con el fin de cumplir con las reglamentaciones. Las instalaciones de conversión de residuos sólidos a energía modernas han demostrado exitosamente su capacidad para cumplir con las reglamentaciones federal y estatal a las cuales están sujetas.

Existe preocupación relacionada al impacto que puedan tener estas tecnologías en los programas de reciclaje. Sin embargo, la experiencia ha demostrado todo lo contrario. En muchas comunidades que utilizan estas tecnologías han alcanzado tazas de reciclaje y reuso mayores que en otras que no los utilizan. Muchas instalaciones recuperan metales ferrosos y no ferrosos luego de procesar los residuos. Como resultado, se prolonga la vida útil de los SRS y se generan ingresos adicionales. En algunos casos la recuperación de estos materiales ha generado millones de dólares en ganancias que de otro modo hubiesen terminado en los SRS.

El desarrollo de estas instalaciones se llevará a cabo mediante un proceso de Solicitud de Propuesta (RFP por sus siglas en inglés) la cual será de utilidad para ayudar a identificar las alternativas potenciales de procesamiento.

5.1.2.2. Estrategias para Mejorar la Disposición en los SRS

Esta sección discute las mejoras en los SRS, tales como expansiones y estrategias de cierre, así como mejoras a la operación de estos. Las estrategias de expansión y los requisitos de capacidad toman en consideración el desarrollo de las instalaciones de procesamiento termal descritas anteriormente.

5.1.2.2.1 Estrategias de Expansión

Según las suposiciones presentadas en la Sección 4, se proponen seis (6) expansiones de SRS. Estos son: Fajardo, Humacao, Ponce, Yauco, Salinas y Juncos. Estas expansiones en conjunto con el SRS Nuevo Peñuelas, añadirán aproximadamente 64 millones de toneladas de capacidad de disposición. La expansión de cada uno de estos SRS estará fundamentada en lo siguiente: 1) Un Informe Preliminar de Ingeniería (PER por sus siglas en inglés) que ayudará a identificar el área de expansión que será necesaria para construir y acomodar el volumen, entre otros parámetros, 2) Estudio de título para verificar el/los propietario(s) del sitio propuesto de expansión una vez se identifique la necesidad de adquisición de terreno y 3) Criterios particulares de cada expansión propuesta.

Fajardo

El Municipio de Fajardo está proponiendo la expansión de su SRS en un área compuesta de 59 acres. Se estima que esta expansión pueda proveer aproximadamente 4,000,000 toneladas adicionales de capacidad y extender la vida del SRS hasta el 2044. Aunque ésta es la capacidad total necesaria, la expansión se llevará a cabo en diferentes etapas mediante la construcción de celdas de disposición. La construcción tomará de 1 a 2 años, dependiendo del lugar y las consideraciones de diseño. Se calcula que la expansión del SRS inicie operaciones en el 2013.

Humacao

Waste Management es propietaria de una parcela de aproximadamente 200 acres ubicada al sur del SRS existente. Waste Management propone la expansión del SRS en esta área en una fecha futura. Se estima que dicha expansión del SRS proveerá aproximadamente 15,000,000 toneladas adicionales de capacidad la cual extenderá la vida útil hasta el 2036. Aunque ésta es la capacidad total, la expansión se llevará a cabo en diferentes etapas mediante la construcción de celdas de disposición. La construcción tomará de 1 a 2 años, dependiendo del lugar y las consideraciones de diseño. Se calcula que la expansión del SRS inicie operaciones en el 2012.

Ponce

El SRS de Ponce tiene capacidad tanto para expansión vertical como horizontal. El área identificada para la expansión horizontal se localiza en la parte oeste del SRS. Se estima esta proveerá aproximadamente 8,000,000 toneladas adicionales de capacidad y extenderá la vida útil hasta el 2045. Aunque ésta es la capacidad total, la expansión se llevará a cabo en diferentes etapas mediante la construcción de celdas de disposición. La construcción tomará de 1 a 2 años, dependiendo del lugar y las consideraciones de diseño. Se calcula que la expansión del SRS inicie operaciones en el 2012.

Yauco

El Municipio de Yauco y L&M Waste proponen la expansión del SRS en un área compuesta de 60 acres. La capacidad necesaria para que este SRS continúe operando pasado el 2030 ha sido calculada aproximadamente en 3,500,000 toneladas. Aunque ésta es la capacidad total, la expansión se llevará a cabo en diferentes etapas mediante la construcción de celdas de disposición. La construcción tomará de 1 a 2 años, dependiendo del lugar y las consideraciones de diseño. Se ha calculado que la expansión del SRS inicie operaciones en el 2009.

Salinas

El Municipio de Salinas propone la expansión del SRS en un área compuesta de aproximadamente 25 acres. Se estima que esta expansión del SRS proveerá aproximadamente 4,000,000 toneladas adicionales de capacidad y extenderá la vida útil hasta el 2032. Aunque ésta es la capacidad total, la expansión se llevará a cabo en diferentes etapas mediante la construcción de celdas de disposición. La construcción tomará aproximadamente de 1 a 2 años, dependiendo del lugar y las consideraciones de diseño. Se calcula que la expansión del SRS inicie operaciones en el 2009.

Juncos

El Municipio de Juncos propone la expansión del SRS en un área compuesta por aproximadamente 35 acres. Se estima que esta expansión proveerá aproximadamente 6,200,000 toneladas adicionales de capacidad y extenderá la vida útil hasta el 2051. Aunque ésta es la capacidad total, la expansión se llevará a cabo en diferentes etapas mediante la construcción de celdas de disposición. La construcción tomará aproximadamente de 1 a 2 años, dependiendo del lugar y las consideraciones de diseño. Se calcula que la expansión del SRS inicie operaciones en el 2009.

5.1.2.2.2. Estrategias de Cierre

El Escenario Caso Base del Itinerario toma en consideración el cierre de veinticinco (25) SRS en un periodo de 25 años. Estos continuarán su operación hasta que agoten su vida útil. El resto de ellos cerrará debido a una o más de las siguientes razones: espacio limitado para expansión y ubicación en las áreas que no cumplen con los criterios del Subtítulo D, tales como la Región del Carso, o cercanía a áreas inundables o humedales.

5.1.2.2.3. Mejoras Operacionales de los SRS

Las mejoras efectuadas en los SRS optimizan la eficiencia operacional y prolongan la vida útil de éstos. Estas pueden llevarse a cabo mediante la implantación de las siguientes estrategias: la trituración de los residuos sólidos, la compactación mecánica con el equipo pesado adecuado, y la utilización de cubiertas alternas. Dependiendo de la tecnología que se utilice, estas estrategias pueden mejorar la vida operacional de los SRS en un 10% a un 50%. Se requiere que los operadores mejoren sus prácticas de compactación en los SRS utilizando el equipo adecuado para incrementar la capacidad de disposición. La utilización de cubiertas alternas es otra mejora que puede llevarse a cabo sujeto a la aprobación de la Junta de Calidad Ambiental (JCA). Existen varios

programas para el uso de materiales de cubierta alterna tales como: el uso de neumáticos triturados, mezclas de cenizas y concreto y lodo mezclado con tierra, entre otros.

5.1.2.3. Estrategias de Trasbordo

El cierre de los SRS obligará a los municipios a desviar sus DSM y reciclables a otras instalaciones. Bajo el Caso Base, las estaciones de trasbordo (ET) recomendadas en el Itinerario y que se muestran en la Tabla 5-2 se diseñarán y construirán para acomodar el recibo y procesamiento de residuos provenientes de los SRS cerrados.

Tabla 5-2: Nuevas Estaciones de Trasbordo para el Caso Base

Ubicación	Capacidad Inicial de Rendimiento Total (tdp) [1]	Año de Inicio	Municipios que pudieran utilizar la ET	Posibles lugares de disposición o procesamiento
Aguadilla	750	2007	Aguadilla y Moca	Cabo Rojo / Nuevo Peñuelas
Mayagüez	250	2011	Mayagüez y Hormigueros	Nuevo Peñuelas / Noroeste conversión de residuos sólidos a energía
San Germán/Lajas	350	2014	Cabo Rojo y Lajas	Nuevo Peñuelas
Juana Díaz	190	2026	Juana Díaz	Yauco
Cayey	130	2010	Cayey	Ponce
Vieques	30	2028	Vieques	Fajardo
Culebra	20	2008	Culebra	Fajardo
Toa Baja	1,900	2007	Toa Baja y Toa Alta	Humacao / Noreste conversión de residuos sólidos a energía
Guaynabo	350	2007	Guaynabo	Fajardo / Noreste conversión de residuos sólidos a energía
Barranquitas	100	2008	Barranquitas	Ponce
Carolina	300	2015	Carolina	Humacao / Noreste conversión de residuos sólidos a energía
Arecibo	1,000	2012	Arecibo y Florida	Nuevo Peñuelas / Noroeste conversión de residuos sólidos a energía

Notas:

1. El rendimiento total de la ET inicial que se indica en la tabla es una medida preliminar de la capacidad del rendimiento total requerido por el Área de Servicio referente a la ET considerando otro SRS e instalaciones de desvío.
2. Se propone una ET en Guaynabo luego del cierre de su SRS.

5.1.3. Mapa de Infraestructura por Cada Intervalo de Cinco Años

La infraestructura juega un papel importante en el desarrollo y cumplimiento exitoso del Itinerario. Por lo tanto, es de gran importancia visualizar y entender los cambios en la infraestructura propuestos en el mismo. Los mapas de la infraestructura con todas las instalaciones existentes y nuevas propuestas para el escenario Caso Base se incluyen en el Apéndice E-1.

Estos mapas incluyen las siguientes instalaciones propuestas hasta el 2030: SRS en operación, SRS cerrados, MET operando, MET que no están en uso, MET propuestas, ET operando, ET propuestas, MRF existentes, MRF propuestas, PC existentes, PC propuestas e instalaciones de conversión de residuos sólidos a energía propuestas.

Con el fin de ilustrar el estatus de la evolución y operación de las diferentes instalaciones a lo largo de Puerto Rico, se preparó un mapa para cada intervalo de cinco años del periodo de planificación. De esta forma se puede llevar un registro de las instalaciones que han cerrado y aquellas que han abierto o han sido rehabilitadas y los puntos estratégicos en que se han ubicado.

5.1.4. Resumen del Itinerario Dinámico para el Caso Base

El Itinerario Dinámico propone la construcción de infraestructura con un costo aproximado $2.5 billones dentro de los próximos 25 años para cumplir con las capacidades de procesamiento y disposición requeridas en la Isla hasta el 2030. Se prevee que esta inversión en la infraestructura extienda la vida de estas instalaciones por más de 17 años de capacidad a partir del año 2030.

La Tabla 5-3 resume los costos asociados con el capital de inversión (inversiones público/privadas) y el valor neto actual del costo combinado para procesar residuos en las instalaciones de desvío o SRS. El capital de inversión presentado en esta tabla es menos de $2.5 billones en costo de construcción para cubrir la vida y capacidad de las instalaciones que permanecerán más allá de los 25 años del periodo de planificación. Más específicamente, del total de $2.5 billones del costo de construcción, $1.91 billones refleja los pagos por el servicio de la deuda que se incurrirá durante los 25 años del periodo de planificación.

El costo combinado para procesar los residuos incluye los costos de capital estimado y los costos netos de operaciones y mantenimiento de ingresos proyectados por las ventas de reciclables o la venta de energía (de residuos sólidos a energía).

Tabla 5-3: Información Financiera Escenario Caso Base

Instalación	Valor Neto Actual Estimado del Capital Total de Inversión (2006 Dólares)	Valor Neto Actual Estimado de la Tarifa Requerida ($/ton en 2006 Dólares) – Capital y O&M
Planta de Composta	$8,000,000	$18
Instalación para la Recuperación de Materiales Reciclables	$30,000,000	$12
Instalación de Procesamiento Alterno	$461,000,000	$54
Expansión de SRS	$840,000,000	$31
Cierre y Expansión SRS y Pos cierre	$210,000,000	$8
Estación de Trasbordo	$78,000,000	$8
Residuos Manejados por Otras Instalaciones Municipales o Privadas / SRS	$229,000,000	$29
Residuos Manejados por Otro SRS Cerrado o Pos cerrado	$57,000,000	$8
Capital Total / Tarifa Promedio Estimada	$1,910,000,000	$39

Como se muestra, los costos descritos anteriormente incluyen el desarrollo de nuevas PC y de MRF, instalaciones de de conversión de residuos sólidos a energía, expansiones de los SRS y el desarrollo de ET. El valor presente de la tarifa requerida toma en consideración tanto los requisitos del pago del servicio de la deuda como los costos de operación y mantenimiento de las instalaciones, así como los ingresos anticipados. Por ejemplo, la tarifa estimada para la instalación de de conversión de residuos sólidos a energía sería por ingresos de energía recibidos por la venta de electricidad producida por la instalación y la tarifa del MRF sería por ingresos recibidos por la venta de reciclables procesados.

La tabla anterior incluye una categoría: Residuos manejados por otro municipio o instalación privada / SRS. Esta categoría se incluyó para desarrollar un estimado de la deuda y costos de operación y mantenimiento asociados con la operación continua de las instalaciones municipales y privadas existentes durante el periodo planificado. El