DECLARACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL ESTRATÉGICA

PARA EL ITINERARIO DINÁMICO PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA DOCUMENTO DE *POLÍTICA PÚBLICA*

PREPARADO PARA:

AUTORIDAD DE DESPERDICIOS SÓLIDOS

ADS

Estado Libre Asociado de Puerto Rico

PREPARADO POR:

CSA Group

MAYO DE 2008

Aprobado por la Comisión Estatal de Elecciones

CEE-SA-08-997

Declaración de Impacto Ambiental Estratégica para la adopción del Itinerario Dinámico para Proyectos de Infraestructura de Residuos Sólidos en Puerto Rico
Mayo de 2008

Preámbulo

Agencia Proponente	Autoridad de Desperdicios Sólidos
Título de la Acción Propuesta:	Adopción del Itinerario Dinámico para Proyectos de Infraestructura de Residuos Sólidos en Puerto Rico
Funcionario Responsable:	Dr. Javier A. Quintana Méndez Director Ejecutivo Autoridad de Desperdicios Sólidos Apartado 40285 San Juan, PR 00940 Teléfono: 787-765-7575
Identificación del Documento:	Declaración de Impacto Ambiental Estratégica
Resumen:	El Itinerario Dinámico para Proyectos de Infraestructura define las estrategias para el manejo seguro y eficiente de los residuos sólidos en Puerto Rico por los próximos 25 años en cumplimiento con toda la reglamentación aplicable. La ADS propone el Itinerario Dinámico con el propósito de adoptar este plan como el instrumento oficial para dirigir la Política Pública para el desarrollo de proyectos de infraestructura para el manejo y disposición final de los residuos sólidos. Los proyectos propuestos en el Itinerario Dinámico incluyen programas de desvío, plantas de recuperación de materiales reciclables (MRFs), plantas de composta, plantas de conversión de residuos sólidos a energía estaciones de trasbordo (ET) y expansiones laterales a Sistemas de Relleno Sanitario (SRS). El desarrollo de estos proyectos toma en consideración el cierre de varios SRS. La inversión en construcción se estima en $1.9 billones de dólares.
Fecha de Circulación:	Mayo de 2008

Tabla de Contenido

Declaración de Impacto Ambiental Estratégica para la adopción del Itinerario Dinámico de Proyectos de Infraestructura de Residuos Sólidos en Puerto Rico
Mayo de 2008

1. INTRODUCCIÓN 1-1

1.1 GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN PUERTO RICO 1-3
1.2 CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN PUERTO RICO 1-5
1.3 INSTALACIONES EXISTENTES 1-8
1.4 BASE LEGAL 1-12
1.5 POLÍTICAS Y ESTRATEGIAS DEL ITINERARIO DINÁMICO 1-16
1.6 EVALUACIÓN DE LA INTERRELACIÓN DEL PLAN CON OTROS PLANES, PROGRAMAS Y ESTUDIOS 1-18
1.7 REQUERIMIENTOS REGLAMENTARIOS 1-19

2. ACCIÓN PROPUESTA 2-1

2.1 DESCRIPCIÓN DE LA ACCIÓN PROPUESTA 2-1
2.2 PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA 2-5
2.2.1 EXPANSIONES A SRS 2-5
2.2.2 SRS DE PEÑUELAS 2-7
2.2.3 ESTACIONES DE TRASBORDO 2-7
2.2.4 INSTALACIÓN DE RECUPERACIÓN DE MATERIALES RECICLABLES 2-7
2.2.5 PLANTAS DE CONVERSIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS A ENERGÍA 2-9
2.2.6 PLANTAS DE COMPOSTA 2-9
2.3 CIERRE DE SISTEMAS DE RELLENO SANITARIO 2-10
2.4 ESTRATEGIAS DE DESVÍO 2-10
2.5 FINANCIAMIENTO 2-12

3. DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE EXISTENTE 3-1

3.1 GEOGRAFÍA FÍSICA Y TOPOGRAFÍA 3-1
3.2 CLIMA 3-5
3.2.1 PRECIPITACIÓN Y EVAPOTRANSPIRACIÓN 3-5
3.2.2 TEMPERATURA 3-6

3.2.3 VIENTOS PREDOMINANTES 3-8
3.3 CALIDAD DEL AIRE 3-10
3.4 SUELOS 3-14
3.5 HIDROLOGÍA 3-17
3.5.1 RÍOS 3-17
3.5.2 EMBALSES 3-20
3.5.3 LAGUNAS 3-21
3.5.4 ESTUARIOS 3-23
3.5.5 ACUÍFEROS 3-24
3.5.6 MANANTIALES 3-25
3.5.7 SUSCEPTIBILIDAD A INUNDACIONES 3-25
3.5.8 CALIDAD DE AGUAS SUPERFICIALES 3-28
3.6 GEOLOGÍA 3-30
3.7 **SISTEMAS NATURALES: ECOSISTEMAS TERRESTRES Y ACUÁTICOS** 3-35
3.7.1 BOSQUES 3-35
3.7.2 HUMEDALES 3-41
3.7.2.1 MANGLARES 3-43
3.7.3 CUEVAS 3-44
3.7.4 ÁREAS PROTEGIDAS 3-45
3.7.4.1 BOSQUES ESTATALES 3-47
3.8 FLORA Y FAUNA 3-56
3.8.1 FLORA 3-56
3.8.2 FAUNA 3-58
3.8.2.1 MAMÍFEROS 3-59
3.8.2.2 AVES 3-60
3.8.2.3 ANFIBIOS 3-60
3.8.2.4 REPTILES 3-61
3.8.2.5 PECES 3-62
3.9 RECURSOS ARQUEOLÓGICOS Y CULTURALES 3-63
3.9.1 RECURSOS HISTÓRICOS 3-63
3.10 USOS DEL TERRENO 3-64
3.11 ZONIFICACIÓN 3-67
3.11.1 PLAN DE ORDENACIÓN TERRITORIAL 3-68
3.11.2 PLAN DE USOS DE TERRENOS 3-70
3.12 INFRAESTRUCTURA 3-73
3.12.1 AEROPUERTOS 3-73

3.12.2 SISTEMA DE ENERGÍA ELÉCTRICA 3-74
3.12.3 INSTALACIONES DE ACUEDUCTOS 3-76
3.12.4 INSTALACIONES DE ALCANTARILLADO 3-77
3.12.5 CARRETERAS Y TRÁNSITO 3-78
3.12.6 RESIDUOS SÓLIDOS 3-79
3.13 NIVELES DE RUIDO 3-79
3.14 ANÁLISIS SOCIOECONÓMICO Y DE JUSTICIA AMBIENTAL 3-81

4. IMPACTOS AMBIENTALES Y SU MITIGACIÓN 4-1

4.1 SALUD PÚBLICA 4-2
4.2 CALIDAD DEL AIRE 4-4
4.3 RECURSOS DE AGUA SUPERFICIAL 4-7
4.4 GEOLOGÍA 4-10
4.4.1 OTROS ASPECTOS GEOLÓGICOS 4-11
4.5 INUNDACIONES 4-13
4.6 EROSIÓN Y SEDIMENTACIÓN 4-13
4.7 SISTEMAS NATURALES Y FLORA Y FAUNA 4-14
4.8 RECURSOS ARQUEOLÓGICOS Y CULTURALES 4-18
4.9 USOS DEL TERRENO 4-19
4.10 ZONIFICACIÓN 4-19
4.11 INFRAESTRUCTURA 4-20
4.11.1 AEROPUERTOS 4-20
4.11.2 ENERGÍA ELÉCTRICA 4-20
4.11.3 ACUEDUCTOS 4-21
4.11.4 ALCANTARILLADO 4-21
4.11.5 CARRETERAS Y TRÁNSITO 4-21
4.12 NIVELES DE RUIDO 4-21
4.13 VISUALES Y ESTÉTICOS 4-22
4.14 SOCIOECONÓMICO Y ESTUDIO DE JUSTICIA AMBIENTAL 4-22

5. ALTERNATIVAS A LA ACCIÓN PROPUESTA 5-1

5.1 NO-ACCIÓN 5-1
5.2 CASO DE RESGUARDO 5-3

6. USOS A CORTO PLAZO VS PRODUCTIVIDAD A LARGO PLAZO 6-1

7. COMPROMISO IRREVOCABLE E IRREVERSIBLE DE LOS RECURSOS 7-1

8. AGENCIAS CONSULTADAS Y A LAS QUE SE LES CIRCULARÁ LA DIA-E..... 8-1

9. PARTICIPANTES EN LA PREPARACIÓN DE ESTA DECLARACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL ESTRATÉGICA . 9-1

10. PARTICIPACIÓN PÚBLICA 10-1

11. REFERENCIAS 11-1

12. APÉNDICES..... 12-1

Lista de Figuras

Declaración de Impacto Ambiental Estratégica para la adopción del Itinerario Dinámico de Proyectos de Infraestructura de Residuos Sólidos en Puerto Rico Mayo de 2008

FIGURA 2.1-1: ESQUEMA PROPUESTO 2-4

FIGURA 3.1-1: TOPOGRAFÍA GENERAL EN PUERTO RICO 3-2

FIGURA 3.2.2-1: TEMPERATURA PROMEDIO ANUAL EN PUERTO RICO 3-7

FIGURA 3.2.3-1: ROSA DE LOS VIENTOS TÍPICOS EN PUERTO RICO 3-9

TABLA 3.3-1: NORMAS NACIONALES DE CALIDAD DE AIRE AMBIENTAL 3-11

TABLA 3.3-2: DATOS DE CALIDAD DEL AIRE EN PUERTO RICO PARA EL AÑO 2006 3-13

FIGURA 3.4-1: MAPA DE ASOCIACIONES DE SUELOS EN PUERTO RICO 3-15

FIGURA 3.5.1-1: CUENCAS Y RÍOS PRINCIPALES EN PUERTO RICO 3-18

FIGURA 3.5.7-1: MAPA DE ÁREAS DE RIESGO DE INUNDACIÓN EN PUERTO RICO 3-27

FIGURA 3.6-1: GEOLOGÍA EN LA ISLA 3-31

FIGURA 3.6-2: DESLIZAMIENTOS EN PUERTO RICO 3-34

FIGURA 3.7-1: MAPA GENERAL DEL USO DE TERRENO EN PUERTO RICO 3-36

FIGURA 3.7.1-1: MAPA DE ZONAS DE VIDA DE PUERTO RICO 3-38

FIGURA 3.7.4.1-1: ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS EN PUERTO RICO 3-46

Lista de Tablas

Declaración de Impacto Ambiental Estratégica para la adopción del Itinerario Dinámico de Proyectos de Infraestructura de Residuos Sólidos en Puerto Rico Mayo de 2008

TABLA 1.1-1: GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN PUERTO RICO 1-4

TABLA 1.2-1: COMPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN PUERTO RICO 1-6

TABLA 1.2-2: ESTIMADO DE LA CANTIDAD DE RESIDUOS SÓLIDOS POR CATEGORÍA 1-7

TABLA 1.3-1: SISTEMAS DE RELLENO SANITARIO (SRS) 1-8

TABLA 1.3-2: ESTACIONES DE TRASBORDO (ET) 1-10

TABLA 1.3-3: INSTALACIONES PARA LA RECUPERACIÓN DE MATERIALES RECICLABLES (MRF) 1-11

TABLA 1.3-4: PLANTAS DE COMPOSTA (PC) 1-11

TABLA 2.2.3-1: ESTACIONES DE TRASBORDO PROPUESTAS 2-7

TABLA 2.5-1: COSTOS PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA 2-13

TABLA 3.10-1: USO DE TERRENOS EN PUERTO RICO 3-63

TABLA 3.11.2-1: REGIONES DE PUERTO RICO 3-70

TABLA 3.11.2-2: USO ACTUAL DEL SUELO EN PUERTO RICO 3-71

TABLA 3.12.1-1: AEROPUERTOS EN PUERTO RICO 3-73

TABLA 3.12.2-1: SISTEMA DE GENERACIÓN ELÉCTRICA 3-74

TABLA 3.13-1: LÍMITE EN DECIBELES (DB(A)) PARA LOS NIVELES DE RUIDO EN PUERTO RICO 3-80

Lista de Apéndices

Declaración de Impacto Ambiental Estratégica para la adopción del Itinerario Dinámico de Proyectos de Infraestructura de Residuos Sólidos en Puerto Rico
Mayo de 2008

Apéndice I: Resolución Interpretativa RI-06-1 de la Junta de Calidad Ambiental sobre las Declaraciones de Impacto Ambiental Estratégicas para Planes, Políticas y Programas

Apéndice II: Estudio Socioeconómico y de Justicia Ambiental

Apéndice III: Itinerario Dinámico de Proyectos de Infraestructura

Apéndice IV: Participación Pública

1. INTRODUCCIÓN

La Autoridad de Desperdicios Sólidos (ADS) desarrolló un Plan Estratégico para el Manejo de los Residuos Sólidos (PEMRS). El PEMRS se delineó con el propósito de desarrollar una guía que definiera hacia donde dirigir el manejo de los residuos sólidos en Puerto Rico. Este importante instrumento de planificación brinda alternativas de corto, mediano y largo plazo dirigidas a aumentar la tasa de recuperación de materiales reciclables en el País. Las bases de este Plan están enmarcadas en una evaluación ponderada y en la planificación e implantación de estrategias para el manejo racional de los residuos sólidos. El PEMRS propone que todos los esfuerzos públicos y privados se encaminen hacia una misma dirección.

El PEMRS fue adoptado como política pública el 21 de julio de 2004 mediante la orden ejecutiva OE-2004-41. Esta orden autoriza a la ADS a evaluar e implantar nuevas tecnologías dirigidas a reducir la cuantía de los residuos e investigar y analizar alternativas dirigidas a reducir el uso intensivo de los Sistemas de Relleno Sanitario (SRS). El 2 de noviembre de 2007, se aprobó la Orden Ejecutiva OE-2007-48 la cual ordena la reducción del uso del vertedero como método principal de disposición y manejo de los residuos sólidos en Puerto Rico. Bajo este mandato se hace necesario el desarrollo del Itinerario Dinámico para Proyectos de Infraestructura de Puerto Rico (denominado como Itinerario Dinámico). El Itinerario Dinámico se creó con el propósito de implantar estrategias para dirigir el desarrollo de la infraestructura adecuada y necesaria para manejar los residuos sólidos en Puerto Rico por los próximos 25 años en armonía con el ambiente y a tono con la tecnología.

El Itinerario Dinámico está basado en los resultados de 2 estudios realizados por la ADS. El primero Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos, Wehran (2003) consistió en un análisis de la generación de cantidades y características de los residuos sólidos. La Tabla 1.2-1 resume la composición de los residuos sólidos en Puerto Rico de acuerdo a este estudio. En éste se calculó la tasa de generación por persona por día de 5.18 lbs basado en el Censo del 2000 de la Junta de Planificación (JP). Para propósitos del Itinerario, la tasa de generación fue ajustada utilizando la proyección poblacional publicada en el Censo de 2003 de la JP. Una vez revisada dicha información, la tasa de generación diaria final fue calculada en 5.56 lbs. Para efectos de planificación del Itinerario Dinámico se asume que esta tasa de generación se mantendrá estable por los próximos 25 años, presumiendo que el único incremento en la generación será a causa del aumento en la población. Un resumen de la generación proyectada de residuos sólidos se incluye en la Tabla 1.1-1: Generación de residuos sólidos en Puerto Rico.

El segundo Estudio de Evaluación, Diagnóstico y Recomendaciones para Sistemas de Relleno Sanitario, en Puerto Rico, también conocido como "Estudio de Vida Útil de los Vertederos" VHL/ Malcolm Pirnie, Inc. (2004), proveyó un análisis detallado de la capacidad remanente de las instalaciones de todos los SRS en operación. Estos dos estudios suministraron información significativa sobre las cuales se establecieron las bases para el desarrollo del Itinerario Dinámico. Con esta información en mano, la ADS posee las herramientas para desarrollar las estrategias que definirán las acciones necesarias para asegurar un manejo eficiente de los residuos sólidos en Puerto Rico por los próximos 25 años.

El Itinerario Dinámico no constituye un plan de selección final de ubicación para ningún proyecto en particular. Sin embargo, promulga los criterios que habrán de ser utilizados para seleccionar su ubicación. En el Itinerario y en esta DIA-E se presenta una descripción general de los proyectos para poder caracterizar los posibles impactos ambientales relevantes, la mitigación de los mismos y las alternativas en apoyo de una decisión final para la selección de ubicación.

El Itinerario Dinámico para Proyectos de Infraestructura formará parte Integral de la Política Pública de la ADS y establecerá el plan de trabajo de los proyectos estratégicos del Estado Libre Asociado de Puerto Rico (ELA) para el manejo y la disposición final de los residuos sólidos en el País.

1.1 GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN PUERTO RICO

El Itinerario Dinámico establece un factor de generación de residuos sólidos para Puerto Rico de 5.56 libras por persona por día. Este factor incluye los residuos de construcción y demolición (C&D), residuos especiales y de automóviles, los cuales no se incluyen en los estimados de la Agencia de Protección Ambiental (EPA, por sus siglas en inglés) para residuos sólidos municipales (RSM). Además, incluye la cantidad de materiales reciclables generados por persona por día. Se presumió que este factor permanecerá constante por los próximos 25 años. Este factor de generación fue comparado con los valores de la EPA, publicados en el documento "Municipal Solid Waste in the United States". La EPA informó que entre los años 1990 hasta 2003 el factor de generación de residuos sólidos municipales permaneció constante con un valor de 4.5 libras por persona por día (excluyendo residuos de C&D, los residuos especiales y chatarras de autos). El único aumento en la generación de residuos sólidos en los próximos 25 años estará asociado al crecimiento poblacional.

La generación de residuos sólidos en Puerto Rico para el 2006 se estimó en 4,014,156 toneladas, según se ilustra en la Tabla 1.1-1. Esta generación equivale a aproximadamente 11,000 toneladas diarias. La generación se calculó utilizando el factor de generación de 5.56 libras por persona por día y las proyecciones poblacionales de la JP.

Tabla 1.1-1: Generación de residuos sólidos en Puerto Rico

Año	Proyecciones de población	Generación de residuos sólidos (toneladas/año)
2006	3,956,003	4,014,156
2010	4,030,152	4,089,395
2015	4,110,528	4,170,953
2020	4,172,242	4,233,574
2025	4,214,387	4,276,338
2030	4,256,441	4,319,011

Fuente: Itinerario Dinámico, 2007.

1.2 CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN PUERTO RICO

La firma Wehran realizó un Estudio de Caracterización de los Desperdicios Sólidos en Puerto Rico para el 2003. El estudio de caracterización se realizó en los siguientes SRS: Arecibo, Cabo Rojo, Culebra, Fajardo, Humacao, Jayuya, Mayagüez, Ponce, Salinas, Toa Baja, Vieques y Yauco. La composición de los residuos sólidos en Puerto Rico basada en este estudio se menciona en la Tabla 1.2-1.

La cantidad de los RSM por categoría se presenta en la Tabla 1.2-2 Esta cantidad se estimó utilizando la generación diaria y la composición de los RSM en Puerto Rico. De acuerdo a este estudio, el 80.7% por peso de los RSM son materiales reciclables. Este por ciento incluye plástico, papel/cartón, metales, vidrio, jardinería, C&D y residuos caseros peligrosos (HHW, por sus siglas en inglés). El restante 19.3% de los DSM son material orgánico y otros residuos.

Tabla 1.2-1: Composición de los residuos sólidos en Puerto Rico

Categoría		Por ciento por peso (%)
Plástico	Polietileno tipo 1	1.1
	Polietileno de alta densidad (HDPE, por sus siglas en inglés) tipo 2	2.9
	Tipos 3-7 (PVC, LDPE, PP, PS, Mezclado)	6.5
Papel/cartón	Papel de alta calidad	1.3
	Papel de baja calidad	8.7
	Cartón ondulado	9.3
Metales	Metales ferrosos	9.4
	Metales no-ferrosos	1.1
Jardinería	Material vegetal	20.4
Orgánicos	Material orgánico	12.9
C&D	Escombros de construcción y demolición	17.1
Vidrio	Todo tipo de vidrio	2.4
HHW	Residuos peligrosos caseros	0.5
Otros	No definidos de otra manera	6.4
Total		**100 %**

Fuente: Itinerario Dinámico, 2007.

Tabla 1.2-2: Estimado de la cantidad de residuos sólidos por categoría

Categoría		Cantidad de DSM[1] (toneladas/año)
Plástico	Polietileno tipo 1	44,156
	Polietileno de alta densidad (HDPE, por sus siglas en inglés) tipo 2	116,410
	Tipos 3-7 (PVC, LDPE, PP, PS, Mezclado)	260,920
Papel/cartón	Papel de alta calidad	52,184
	Papel de baja calidad	349,231
	Cartón ondulado	373,311
Metales	Metales ferrosos	377,331
	Metales no-ferrosos	44,156
Jardinería	Material vegetal	818,888
Orgánicos	Material orgánico	517,826
C&D	Escombros de construcción y demolición	686,421
Vidrio	Todo tipo de vidrio	96,340
HHW	Residuos peligrosos caseros	20,071
Otros	No definidos de otra manera	256,906
Total para el año 2006		**4,014,156**

Fuente: Itinerario Dinámico, 2007.

1.3 INSTALACIONES EXISTENTES

El sistema para el manejo de los residuos sólidos de Puerto Rico sirve a setenta y ocho (78) municipios que generan aproximadamente cuatro (4) millones de toneladas al año de residuos residenciales, industriales y comerciales. Este sistema consiste de varios programas de reducción en la fuente/reutilización y reciclaje de estos residuos, nueve (9) instalaciones para la recuperación de materiales reciclables (MRF, por sus siglas en inglés), cuatro (4) plantas de composta, diecisiete (17) estaciones de trasbordo (ET) y treinta y dos (32) SRS en operación. Además, existen centros de acopio y reciclaje municipales y alrededor de 100 empresas dedicadas al acopio y reciclaje las cuales son de iniciativa privada y forman parte de este sistema. En las Tablas 1.3-1, 1.3-2, 1.3-3 y 1.3-4 se mencionan estos proyectos.

Tabla 1.3-1: Sistemas de Relleno Sanitario (SRS)

SRS	Dueño	Operador
Aguadilla	Municipio	Cesó Operaciones
Añasco	Municipio	Municipio
Arecibo	Municipio	Compañía Privada
Arroyo	Municipio	Compañía Privada
Barranquitas	Municipio	Municipio
Cabo Rojo	Municipio	Compañía Privada
Carolina	Municipio	Compañía Privada
Cayey	Municipio	Municipio
Culebra	Municipio	Municipio
Fajardo	Municipio	Compañía Privada
Florida	Municipio	Compañía Privada
Guayama	Municipio	Compañía Privada

SRS	Dueño	Operador
Guaynabo	Municipio	Compañía Privada
Hormigueros	Municipio	Municipio
Humacao	Compañía Privada	Compañía Privada
Isabela	Municipio	Municipio
Jayuya	Municipio	Municipio
Juana Díaz	Municipio	Compañía Privada
Juncos	Municipio	Municipio
Lajas	Municipio	Municipio
Mayaguez	Municipio	Compañía Privada
Moca	Municipio	Municipio
Peñuelas	Compañía Privada	Compañía Privada
Ponce	Municipio	Compañía Privada
Salinas	Municipio	Compañía Privada
Santa Isabel	Municipio	Municipio
Toa Alta	Municipio	Compañía Privada
Toa Baja	Municipio	Compañía Privada
Vega Baja	Municipio	Compañía Privada
Vieques	Municipio	Municipio
Yabucoa	Municipio	Compañía Privada
Yauco	Municipio	Compañía Privada

Fuente: ADS, 2007.

Tabla 1.3-2: Estaciones de Trasbordo (ET)

ET/MET	Dueño	Operador
Caguas	Municipio	Compañía Privada
Cataño	Compañía Privada	Compañía Privada
Cidra	ADS	Compañía Privada
Comerío	ADS	Municipio
Jayuya	ADS	Municipio
Lares	ADS	Municipio
Las Marías	ADS	Municipio
Maricao	ADS	Municipio
Maunabo	ADS	Compañía Privada
Morovis	ADS	Municipio
Quebradillas	ADS	Compañía Privada
San Germán	ADS	Municipio
San Juan	ADS	Compañía Privada
San Sebastián	ADS	Municipio
Trujillo Alto*	ADS	Compañía Privada
Utuado/Adjuntas*	ADS	Municipio
Villalba	ADS	Municipio

Fuente: ADS, 2007. *Estos proyectos se encuentran en desarrollo

Tabla 1.3-3: Instalaciones para la Recuperación de Materiales Reciclables (MRF)

IRM	Dueño	Operador
Arecibo	Compañía Privada	Compañía Privada
Bayamón	Compañía Privada	Compañía Privada
Caguas	Compañía Privada	Compañía Privada
Carolina	Municipio	Compañía Privada
Guayanilla	ADS	Municipio
Guaynabo	Municipio	Compañía Privada
Hatillo	ADS y Compañía de Fomento Industrial (CFI)	Compañía Privada
Hormigueros	Compañía Privada	Compañía Privada
Humacao	ADS	Compañía Privada

Fuente: ADS, 2007.

Tabla 1.3-4: Plantas de Composta (PC)

PC	Dueño	Operador
Aibonito	ADS	No está operando
Arecibo	ADS	Compañía Privada
Mayagüez	AAA	AAA
Toa Baja	ADS	No está operando

Fuente: ADS, 2007.

1.4 BASE LEGAL

La ADS ha desarrollado el Itinerario Dinámico presentado en esta DIA-E, con el propósito de definir los proyectos de infraestructura necesarios para un manejo eficiente de los residuos sólidos que redundará en la protección de la salud pública y del ambiente. El Itinerario Dinámico proporciona un programa a largo plazo para el desarrollo de la infraestructura para el manejo y disposición final de los residuos sólidos. La Base Legal de éste se fundamenta en las siguientes leyes:

- **Ley de la Autoridad para el Manejo de los Desperdicios Sólidos en PR**.
  La Ley Núm. 70 del 23 de junio de 1978, según enmendada, estableció la ADS como una empresa de servicio público responsable principalmente de la planificación, el financiamiento y la operación de servicios incluyendo la transportación, el procesamiento, la recuperación de recursos y la disposición final de residuos sólidos en Puerto Rico. La ADS se creó con el objetivo fundamental de desarrollar e implantar la política pública del Estado Libre Asociado de Puerto Rico relacionada con el manejo, reciclaje, reuso, procesamiento y disposición final de los residuos sólidos. Además, la ADS tiene la función de guiar y promover el desarrollo de la infraestructura necesaria utilizando tecnologías demostradas y ambientalmente seguras para un manejo adecuado de los residuos sólidos.
- **Ley para la Reducción y el Reciclaje de Desperdicios Sólidos en PR.**
  La Ley Núm. 70 del 18 de septiembre de 1992, según enmendada, ordenó la creación de un programa para la reducción y el reciclaje de residuos sólidos en el Estado Libre Asociado de Puerto Rico orientado a disminuir el volumen de los residuos que se depositan en los SRS; a la recuperación de recursos y energía; al desarrollo de un mercado de material reciclado; a la conservación de recursos naturales, al mejoramiento del ambiente y la salud del Pueblo; y para otros fines. Bajo los poderes conferidos por esta Ley, se promulgó el Reglamento 6825 mejor conocido como el Reglamento para la

Reducción, Reutilización y Reciclaje de los Desperdicios Sólidos en Puerto Rico. Los propósitos de este Reglamento son: 1) desarrollar e implantar reglas y requisitos para establecer estrategias que disminuyan el volumen, cantidad y peligrosidad de los residuos sólidos que requerirán disposición final y propiciar su viabilidad económica y ambiental; 2) establecer requisitos para la administración adecuada de los Planes de Reducción, Reutilización y Reciclaje en los sectores públicos y privados a fin de conducir un cabal cumplimiento con las disposiciones de la Ley 70; 3) modificar las prácticas de manejo y disposición existentes en los sectores industriales, comerciales, de servicios, el gobierno y los ciudadanos para reducir el uso de los SRS del país y la proliferación de vertederos clandestinos utilizando tecnologías y procesos para la reducción de los residuos sólidos que se generen y la recuperación de materiales para ser devueltos a la economía como productos o materia prima; 4) lograr la implantación y cabal cumplimiento con la jerarquía de manejo de residuos sólidos; 5) mantener en la ADS la responsabilidad primaria sobre el cumplimiento de la Ley 70, según enmendada, incluyendo la implantación y desarrollo de programas de reciclaje en entidades gubernamentales, municipios y el sector privado; 6) establecer medidas para evitar o desviar el depósito de materiales potencialmente reutilizables o reciclables en los SRS de Puerto Rico a fin de obtener el mayor rendimiento posible, extender la vida útil de los mismos y reducir sus impactos ambientales; 7) lograr la máxima participación de los ciudadanos en la implantación de la Ley 70; 8) enfatizar en los generadores la separación en la fuente de materiales reciclables; 9) requerir y fomentar en los gobiernos municipales el desarrollo de programas que proporcionen la oportunidad de recuperar materiales reciclables en la fuente de origen, de forma que se obtenga la mayor participación pública y el más alto nivel de remoción de materiales reciclables del flujo de residuos sólidos; 8) fomentar el uso de los productos manufacturados con materiales reciclables incluyendo, pero sin limitarse, a los residuos de jardinería procesados o compostados y 9) fomentar el establecimiento y desarrollo de empresas dedicadas a la manufactura de productos reciclados.

- **Ley sobre Política Pública de Desarrollo Sostenible**.

  La Ley Núm. 267 del 10 de septiembre de 2004, establece que el desarrollo de Puerto Rico debe fundamentarse en una economía sostenible y un desarrollo balanceado, armonizando el desarrollo económico con la restauración y protección del ambiente y los recursos naturales y el mejoramiento de la calidad de vida de los puertorriqueños. Las metas económicas, sociales y ambientales deben estar unificadas en el contexto de sostenibilidad y considerar la condición insular.

- **Ley sobre Política Pública Ambiental**.

  La Ley Núm. 416 del 22 de septiembre de 2004, reconoce los efectos de la actividad humana en los diferentes componentes del medio ambiente natural, por lo cual declara como política pública del Estado Libre Asociado utilizar todos los medios y medidas prácticas para alentar y promover el bienestar general y asegurar que los sistemas naturales estén saludables y tengan la capacidad de sostener la vida en todas sus formas, así como la actividad social y económica en el marco de una cultura de sostenibilidad para mantener las condiciones bajo las cuales el hombre y la naturaleza pueden existir en armonía y cumplir con las necesidades sociales y económicas y cualquiera otras que puedan surgir con las presentes y futuras generaciones de puertorriqueños.

- **Ley de Procedimiento Administrativo Uniforme**.

  La Ley Núm. 170 del 12 de agosto de 1988, según enmendada, reconoce la importancia de la participación ciudadana en los procesos de decisiones del Estado Libre Asociado de Puerto Rico. A tales efectos, la ADS llevará a cabo un proceso de participación ciudadana mediante una amplia divulgación del Itinerario Dinámico entre los distintos grupos y sectores interesados en la infraestructura para el manejo de los residuos sólidos. Además, celebrará vistas públicas para recibir y tomar en consideración los comentarios y recomendaciones escritas u orales presentadas durante este proceso.

- **Ley de Municipios Autónomos**.

  La Ley Núm. 81 del 30 de agosto de 1981, según enmendada, declara como política pública otorgar a los municipios los mecanismos, poderes y facultades legales, fiscales y administrativas necesarias para asumir un rol central y fundamental en su desarrollo social, económico y urbano. Esta ley otorga a los municipios autónomos la facultad de organizar su territorio, mediante la preparación de un plan de ordenación territorial.

- **Ley de Conservación y Recuperación de Recursos (Resource Conservation and Recovery Act, 1976)**.

  Conocida como RCRA por sus siglas en inglés, esta ley reglamenta y controla los residuos desde su origen hasta su disposición final. Esto es, la generación, almacenaje, transportación, tratamiento y disposición de los residuos sólidos. Reglamenta los tipos de residuos que pueden ser depositados en los SRS y exige en ocasiones, el pretratamiento de los residuos peligrosos. RCRA establece los criterios de ubicación, operación, cierre y pos-cierre de los sistemas para la disposición de residuos sólidos.

- **Ley Orgánica de la Junta de Planficación**.

  La Ley 75 del 24 de junio de 1975, según enmendada, fortalece aquellas funciones de la Junta relacionadas con la política pública de planificación, uso de terrenos, desarrollo económico y social del país. La misma faculta a la JP a coordinar todas las actividades del sector gubernamental y dirigir al sector privado hacia un desarrollo integrado y balanceado de los recursos. En términos del manejo de los residuos sólidos, esta ley fomenta el desarrollo de la infraestructura dirigido a promover la implantación de sistemas de manejo y disposición de residuos sólidos incluyendo un inventario preciso y abarcador de la cantidad de estos residuos que se generan en la Isla.

    - El Plan de Uso de Terreno adoptado por la JP establece los objetivos y políticas públicas que guían el desarrollo de Puerto Rico. Los Planes de Uso de Terrenos designará la distribución, localización, extensión, e intensidad de usos de los mismos para propósitos agrícolas, de conservación y protección, generación de

energía, y actividades residenciales, comerciales, industriales, entre otras. Los proyectos de infraestructura de residuos sólidos se encuentran en lugares cuyo uso de terreno está clasificado como público.

- **La Orden Ejecutiva OE-2004-41**

  Adopta el Plan Estratégico para el Manejo de los Residuos Sólidos en Puerto Rico. Como parte de las estrategias a seguir para la ejecución del Plan Estratégico se utilizarán tecnologías y sistemas económicamente viables y ambientalmente seguros cuya finalidad última es la reducción, reuso y reciclaje máximo del volumen de los residuos sólidos.

- **La Orden Ejecutiva OE-2007-48**

  Ordena la reducción del uso del vertedero como método principal de disposición y manejo de los residuos sólidos en Puerto Rico y deroga la OE-58A-2001 del 5 de septiembre de 2001.

1.5 POLÍTICAS Y ESTRATEGIAS DEL ITINERARIO DINÁMICO

El Itinerario Dinámico implanta las estrategias para el manejo seguro y eficiente de los residuos sólidos en Puerto Rico por los próximos 25 años en cumplimiento con toda la reglamentación aplicable. El Itinerario Dinámico forma parte de la política pública de la ADS y establece el plan de trabajo de los proyectos estratégicos del ELA para el manejo y disposición final de los residuos sólidos con el fin de proteger y conservar los recursos naturales y fomentar la salud pública de los puertorriqueños. El Itinerario proporciona la estructura para la implantación de un programa integral de residuos sólidos que consiste de: 1) reducción en la fuente; 2) reuso, 3) reciclaje/composta; 4) conversión de residuos sólidos a energía y 5) disposición en SRS.

Este provee soluciones que enfatizan en los aspectos de manejo y disposición final de los deperdicios sólidos. Las mismas incluyen medidas para que el manejo de los residuos sólidos sea ambientalmente seguro, económicamente viable y tecnológicamente integrado; atienda las necesidades e inquietudes de las comunidades, el comercio y la industria; proteja los recursos de agua, aire y tierra sin comprometer su uso y disponibilidad futura y fomente la inversión y el empleo dentro de los sectores públicos, privados y comunitarios, en el desarrollo de programas o proyectos para el manejo de los residuos sólidos. El Itinerario no es un documento estático. El mismo es un documento sujeto a evaluación periódica con el propósito de aclimatarlo a los nuevos cambios sociales y económicos, a los cambios de información recopilada mediante nuevas herramientas de análisis y a los adelantos en la tecnología.

El Itinerario Dinámico define dos escenarios: Caso Base y Caso de Resguardo. El Caso Base establece como objetivo alcanzar la meta de un 35 % de reciclaje para el 2016 con el programa de desvío. Además, considera tecnologías alternas de procesamiento y reduce a siete los SRS que permanecerán en operación hasta el 2030 con una vida útil remanente de aproximadamente 17 años. El Caso de Resguardo establece como objetivo alcanzar la meta de un 35 % de reciclaje para el 2026 con el programa de desvio. Este escenario no considera tecnologías alternas de procesamiento y reduce a ocho los SRS que permanecerán en operación hasta el 2030 con una vida útil remanente de aproximadamente 7.5años.

El Itinerario Dinámico propone 6 expansiones laterales a SRS y uno nuevo. Para identificar dichas expansiones laterales potenciales se evaluaron los 32 SRS en operación en Puerto Rico. En la evaluación de estas instalaciones se utilizaron los criterios establecidos en el Código de Reglamentación Federal (CFR) Título 40, Parte 258, Subparte B que especifica las restricciones de ubicación para rellenos sanitarios nuevos y expansiones laterales. También propone 2 plantas de conversión de residuos sólidos a energía y la construcción de 12 ETs. Para definir los proyectos a desarrollarse, el Itinerario Dinámico tomó en consideración el cierre de 25 SRS.

1.6 EVALUACIÓN DE LA INTERRELACIÓN DEL PLAN CON OTROS PLANES, PROGRAMAS Y ESTUDIOS

EL PEMRS es un documento de política pública de la ADS que contiene 5 áreas principales de interacción para la estructuración del manejo eficiente de los residuos sólidos. Estas áreas son reducción, reuso y reciclaje, infraestructura, desarrollo de mercados y participación ciudadana. Para cada una de estas áreas se delinearán estrategias y acciones particulares, las cuales se llevarán a cabo a corto, mediano y largo plazo. El Itinerario Dinámico representa la parte operacional para implantar las estrategias establecidas en las distintas áreas contenidas en el PEMRS. El Itinerario considera la generación de residuos, el crecimiento poblacional, la implantación de estrategias de desvío y reciclaje de materiales, el desarrollo e implantación de tecnologías de conversión de residuos sólidos a energía y la reducción de los SRS existentes en la Isla.

Los proyectos considerados en el Itinerario Dinámico se discuten en el Capítulo 2 Acción Propuesta de esta DIA-E. Estos proyectos deberán cumplir con los criterios de ubicación establecidos en RCRA Subtítulo D parte 257 y 258 y el Reglamento para el Manejo de los Desperdicios Sólidos No Peligrosos (RMDSNP) de la JCA. La implantación de este Itinerario permitirá alcanzar en forma efectiva la misión de la ADS de evaluar, planificar e implantar estrategias para el manejo racional de los residuos sólidos con el fin de proteger el ambiente, la salud pública y conservar los recursos naturales en Puerto Rico. Las acciones propuestas son compatibles con los objetivos de la JCA, la JP, la Agencia Federal de Protección Ambiental (EPA, por sus siglas en inglés), el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA), y otras agencias locales y federales responsables del manejo y protección de los recursos naturales de la Isla y con los planes de ordenación territorial municipales.

1.7 REQUERIMIENTOS REGLAMENTARIOS

Esta DIA-E se ha preparado en cumplimiento con la Ley de Política Pública Ambiental (Ley 416 del 22 de septiembre de 2004) y la Resolución Interpretativa RI-06-1 de la JCA sobre las Declaraciones de Impacto Ambiental Estratégicas para Planes, Políticas y Programas (ver Apéndice I). La DIA-E es un proceso sistemático y proactivo de evaluación de las consecuencias o implicaciones ambientales de las propuestas de legislación, reglas o reglamentos, políticas, planes y programas para asegurar que tales consecuencias son incluidas y tomadas en consideración, en forma adecuada, en las etapas más tempranas posibles de la toma de decisiones, a la par con las consideraciones económicas y sociales asociadas con tales legislaciones, reglamentos, políticas, planes y programas.

2. ACCIÓN PROPUESTA

La ADS ha desarrollado un programa de infraestructura integrado, extensivo, costo efectivo y en armonía con el medio ambiente, para proveer servicios para el manejo de residuos sólidos en Puerto Rico. El programa incluye el desarrollo de un Itinerario Dinámico para Proyectos de Infraestructura. El objetivo principal de este Itinerario es definir las estrategias de infraestructura para manejar los residuos sólidos en Puerto Rico en forma segura y eficiente por los próximos 25 años y en cumplimiento con las reglamentaciones correspondientes. En éste se definen 3 escenarios como posibles vías de acción para atender la situación actual: Caso No Acción, Caso Base y Caso Resguardo. Para efectos de esta DIA-E, el Caso Base definirá la Acción Propuesta.

2.1 DESCRIPCIÓN DE LA ACCIÓN PROPUESTA

El Caso Base describe un conjunto de estrategias para desarrollar planes específicos de implantación. Estas incluyen estrategias de desvío, procesamiento, transportación y disposición. En el Caso Base se propone la construcción de infraestructura a un costo de $ 1.9 billones para cubrir la necesidad de capacidad de procesamiento y disposición final en la Isla por los próximos 25 años.

Para proyectar la capacidad disponible se desarrolló un modelo que considera las estrategias antes mencionadas. Este modelo de capacidad estima la generación de residuos sólidos para la Isla utilizando las proyecciones poblacionales desarrolladas por la Junta de Planificación (JP) y las tasas de generación de residuos per cápita presentados en el Estudio de Wehran, 2003.

En la Figura 2.1-1 se ilustra el Escenario Caso Base del Itinerario Dinámico. La proyección del modelo de capacidad para este escenario demuestra que solo siete (7) SRS quedarán en operación con aproximadamente 17.8 años de vida útil al final del periodo de planificación (2030). El escenario Caso Base consideró las siguientes suposiciones:

- La tasa de desvío es de 15.3% para el 2006 y alcanza la meta de un 35% en el 2016.
- La tasa de desvío permanece constante en un 35% desde el 2016 hasta el 2030.
- La planta de conversión de residuos sólidos a energía con capacidad de 1,350 tpd es construida en la región noroeste para el 2012.
- La planta de conversión de residuos sólidos a energía con capacidad de 1,560 tpd es construida en la región noreste para el 2013.
- El flujo de residuos de los siguientes municipios se proyecta pudiera ser transferido a la planta de conversión de residuos sólidos a energía del noreste: Carolina, Florida, Guaynabo, Toa Alta, Toa Baja y Vega Baja[*].
- El flujo de residuos de los siguientes municipios se proyecta pudiera ser transferido a la planta de conversión de residuos sólidos a energía del noroeste: Aguadilla, Añasco, Arecibo, Hormigueros, Mayagüez y Moca[*].
- Todos los SRS existentes utilizarán su vida útil antes del cierre.
- Los siguientes 6 SRS serán expandidos fuera de su huella: Fajardo, Humacao, Juncos, Ponce, Salinas y Yauco para una capacidad total adicional de aproximadamente 64 millones de toneladas.
- La expansión del SRS de Isabela será realizada con el propósito de mitigar las condiciones ambientales del lugar y estabilizar las pendientes del SRS. Esta expansión se calculó en 0.6 millones de toneladas de capacidad adicional.

[*] Posibles opciones de transferencias de cargas

- Las ETs serán utilizadas para transferir los residuos de los SRS cerrados a una instalación en operación.
- El SRS nuevo de Peñuelas comenzará operaciones para el 2010.
- En la Tabla 2.2.3-1 se presentan las estaciones de trasbordo propuestas, los municipios que pudieran utilizar la estación y su posible lugar de disposición final.

El caso base establece los pasos necesarios para reducir el uso de los SRS como alternativa principal y las metas iniciales para aumentar el desvío e incorporar la conversión de residuos sólidos a energía. Al alcanzar el desarrollo de los proyectos propuestos en este documento para los primeros diez años, Puerto Rico estaría en la posición adecuada para considerar aumentar el desvío y la alternativa de conversión de residuos sólidos a energía. Este escenario provee la flexibilidad necesaria para superar estas expectativas debido a que, luego de haber desarrollado dichos proyectos, el aumentar ambas alternativas sólo requerirá la reducción de la capacidad de disposición de los SRS existentes.

Figura 2.1-1: Esquema propuesto

2.1.1 PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA

El Itinerario Dinámico propone 26 proyectos de infraestructura para el manejo de los residuos sólidos. Estos proyectos consisten de 12 estaciones de trasbordo, 2 instalaciones para la recuperación de materiales reciclables, 3 plantas de procesamiento de material vegetal, 2 instalaciones de conversión de residuos sólidos a energía, 6 expansiones a SRS y uno nuevo. Las acciones también incluyen una expansión al SRS de Isabela para mitigación ambiental y estabilización de taludes. Esta sección describe de forma general los proyectos de infraestructura propuestos por la ADS.

2.1.1.1 EXPANSIONES A SRS

Un sistema de relleno sanitario es un método para disponer los residuos sólidos en el terreno sin ocasionar molestias o riesgos a la salud y a la seguridad pública, utilizando principios de ingeniería. Las prácticas operacionales en un SRS requieren reducción y compactación del volumen de los residuos y la aplicación de material de cobertura al final de las operaciones diarias o con la frecuencia que sea necesario. Los criterios de diseño y operación del Subtítulo D de RCRA Partes 257 y 258 y del RMDSNP establecen las normas para diseñar, construir y operar un SRS.

El Itinerario Dinámico propone 6 expansiones laterales en los siguientes SRS: Fajardo, Humacao, Juncos, Ponce, Salinas y Yauco. Además, considera el desarrollo de un SRS de nueva creación en el Municipio de Peñuelas y una expansión para mitigación ambiental en el SRS de Isabela. Estas expansiones laterales conjuntamente con el SRS de Peñuelas y la expansión para mitigación conducente a cierre en Isabela proporcionarán una capacidad de disposición adicional de aproximadamente 64 millones de toneladas. Dichas expansiones están basadas en las siguientes presunciones: 1) un informe preliminar de ingeniería será preparado para identificar el

área de la expansión a ser construida para obtener el volumen deseado; 2) un estudio de título para verificar los propietarios de los terrenos una vez identificada la necesidad de adquisición de estos y 3) los criterios particulares de cada una de las expansiones propuestas, presentadas a continuación:

- Fajardo – el Municipio está proponiendo la expansión de este SRS en un área comprendida por 59 acres. Se estima que dicha expansión proporcione una capacidad adicional de aproximadamente 4,000,000 toneladas, extendiendo su vida útil hasta el 2044. Se espera que esta expansión comience operaciones para el 2013.
- Humacao – Waste Management es propietaria de una parcela de aproximadamente 200 acres localizadas al sur del SRS existente. Se estima que dicha expansión proporcione una capacidad adicional de aproximadamente 15,000,000 toneladas, extendiendo su vida útil hasta el 2036. Se espera que esta expansión comience operaciones para el 2012.
- Juncos - el Municipio está proponiendo la expansión de este SRS en un área comprendida por 35 acres. Se estima que dicha expansión proporcione una capacidad adicional de aproximadamente 6,200,000 toneladas, extendiendo su vida útil hasta el 2051. Se espera que esta expansión comience operaciones para el 2009.
- Ponce – el Municipio y BFI proponen una expansión en un área localizada al oeste del SRS. Se estima que dicha expansión proporcione una capacidad adicional de aproximadamente 8,000,000 toneladas, extendiendo su vida útil hasta el 2045. Se espera que esta expansión comience operaciones para el 2012.
- Salinas - el Municipio está proponiendo la expansión de este SRS en un área comprendida por 25 acres. Se estima que dicha expansión proporcione una capacidad adicional de aproximadamente 4,000,000 toneladas, extendiendo su vida útil hasta el 2032. Se espera que esta expansión comience operaciones para el 2009.
- Yauco - el Municipio y L&M están proponiendo la expansión de este SRS en un área comprendida por 60 acres. Se estima que dicha expansión proporcione una capacidad

adicional de aproximadamente 3,500,000 toneladas, extendiendo su vida útil hasta el 2030. Se espera que esta expansión comience operaciones para el 2009.

2.1.1.2 SRS DE PEÑUELAS

En el Caso Base se considera la construcción de un SRS en el Municipio de Peñuelas. Este desarrollo será financiado con capital privado. Se estima que el SRS nuevo proporcione una capacidad de aproximadamente 4,000,000 toneladas. Se espera que este comience operaciones en el 2010.

2.1.1.3 ESTACIONES DE TRASBORDO

La ET es un sistema de recogido intermedio para transportar los residuos largas distancias. El establecimiento de las ET dependerá de la necesidad existente y de los costos de acarreo. En la Tabla 2.2.3-1 se presentan las 12 ETs propuestas en el Itinerario Dinámico.

2.1.1.4 INSTALACIÓN DE RECUPERACIÓN DE MATERIALES RECICLABLES

Las instalaciones de recuperación de materiales reciclables (MRFs por sus siglas en inglés) se utilizan para segregar y procesar los materiales reciclables recolectados en los programas de recogido en la acera (curbside) y centros de acopio. En los MRFs se separan y embalan los materiales reciclables. Los MRFs también mejoran la calidad de los materiales recuperados. Por lo general, en esta instalación se procesan grandes volúmenes de materiales. El Itinerario Dinámico propone 2 MRFs: uno en el norte y otro en el sur.

Tabla 2.2.3-1: Estaciones de Trasbordo Propuestas

Ubicación	Capacidad (tpd)	Posibles usuarios de la ET	Posible opciones de disposición final
Aguadilla	750	Aguadilla y Moca	Cabo Rojo/Peñuelas
Arecibo	1,000	Arecibo y Florida	Peñuelas Nuevo/conversión a energía noroeste
Barranquitas	100	Barranquitas	Ponce
Carolina	300	Carolina	Humacao/conversión a energía noreste
Cayey	130	Cayey	Ponce
Culebra	20	Culebra	Fajardo
Guaynabo	350	Guaynabo	Humacao/conversión a energía noreste
Juana Díaz	190	Juana Díaz	Yauco
Mayagüez	250	Mayagüez y Hormigueros	Peñuelas nuevo/conversión a energía noroeste
San Germán/Lajas	350	Cabo Rojo y Lajas	Peñuelas nuevo
Toa Baja	1,900	Toa Alta y Toa Baja	Humacao/conversión a energía noreste
Vieques	30	Vieques	Fajardo

Fuente: Itinerario Dinámico, 2007.

2.1.1.5 PLANTAS DE CONVERSIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS A ENERGÍA

Los procesos de conversión de residuos sólidos a energía consisten en el procesamiento de los residuos en productos sólidos, líquidos y gaseosos con la recuperación subsecuente de energía. Estos procesos reducen el peso de los residuos sólidos en un 80%. Gran parte de los productos secundarios pueden ser reutilizados en otros procesos o reciclados, por lo cual disminuye la necesidad de un SRS para la disposición final de los residuos.

El Itinerario Dinámico propone 2 plantas de conversión de residuos sólidos a energía. Una planta será ubicada en la región noroeste (desde Mayagüez hasta Arecibo) y la otra planta será ubicada en la región noreste (desde Arecibo hasta Caguas). La planta de conversión de residuos sólidos a energía a ser ubicada en la región noroeste tendrá una capacidad de 1,350 tpd. La planta a ser ubicada en la región noreste tendrá una capacidad de 1,560 tpd.

2.1.1.6 PLANTAS DE COMPOSTA

La composta es la descomposición termofílica y conversión del material orgánico a un material relativamente estable bajo condiciones controladas. Los factores del ambiente que promueven dicha descomposición son la humedad, concentración de oxígeno, la razón de carbono a nitrógeno, la temperatura, el pH y la concentración de nutrientes. El proceso de composta resulta en una reducción de un 30 a un 70 por ciento del volumen original de los residuos orgánicos.

El Itinerario Dinámico propone 3 plantas de compostas en las siguientes zonas: norte, sur y este. Se estima que estas plantas de composta tendrán la capacidad combinada para procesar 500 tpd. La primera instalación, programada para entrar en operación en el 2008 con capacidad de 200 tpd

será localizada en el norte. Las otras 2 instalaciones programadas para entrar en operación en el 2010 con capacidades de 200 tpd y 100 tpd estarán ubicadas en el sur y este.

2.2 CIERRE DE SISTEMAS DE RELLENO SANITARIO

La acción propuesta toma en consideración el cierre de veinticinco (25) SRS a lo largo de un periodo de veinticinco (25) años. Se espera que la mayoría de estos SRS continuen en operación hasta que agoten su vida útil, cuya duración estará sujeta a la ejecución de la operación cumplimiento y la optimización de sus prácticas operacionales. El resto de ellos cerrará debido a una o más de las siguientes razones: espacio limitado para expansión, localizados en áreas que no cumplen con los criterios de ubicación del Subtitulo D, tales como la Región del Karso, o cercanía a áreas inundables o humedales. Los cierres de SRS serán efectuados y financiados por los municipios o mediante acuerdos con los operadores privados.

2.3 ESTRATEGIAS DE DESVÍO

El 18 de septiembre de 1992, se aprobó la primera legislación ordenando el reciclaje en Puerto Rico. Esta legislación se conoce como la Ley Núm.70 o Ley para la Reducción y Reciclaje de los Desperdicios Sólidos en Puerto Rico. La Ley Núm.70 promueve el desarrollo e implantación de un programa de reducción, reutilización y reciclaje de los residuos sólidos en Puerto Rico con la integración del sector público y privado. Esta ley ordena que se recicle el 35% del volumen de los residuos que se generan en P.R. Para lograr esta meta, el Caso Base considera estrategias de desvío que incluyen las siguientes actividades: reuso, reciclaje, procesamiento de material vegetal, desvío de material voluminoso (chatarra y enseres domésticos), entre otros.

<u>Reuso</u>

El reuso consiste en utilizar nuevamente un producto ya sea para el mismo propósito para el cual fue hecho o para otros. Estas prácticas reducen la cantidad de residuos generados. Algunas de

las estrategias de desvío son: 1) reciclaje de grama y composta; 2) promover nuevos productos y diseños de empaque; 3) expandir la responsabilidad del fabricante por los residuos generados por sus productos; 4) fomentar cambios en los patrones de consumo; 5) proporcionar asistencia técnica a los negocios para identificar maneras innovadoras de reducir la cantidad de residuos generados y 6) promover negocios de reuso, tales como: beneficencia, tiendas de muebles y ropa usada e intercambio de libros.

Reciclaje

El reciclaje consiste en la separación y recolección de materiales con potencial de ser procesados para reusarlos del flujo de residuos. Luego, estos materiales son procesados para ser utilizados en la elaboración del mismo producto o de otros. La recolección de los materiales reciclables puede llevarse a cabo mediante centros de depósitos, centros de acopio o por el método de recogido en la acera (curbside). En el recogido en la acera se utilizan las bolsas azules u otros recipientes debidamente identificados para separar los materiales reciclables en la fuente de generación. También, durante los programas de recolección de aceras se le solicita a los hogares que separen los productos reciclables de los residuos sólidos y los coloquen en puntos específicos de recolección. El papel de periódico, el aluminio, el vidrio, las latas de metal y algunos tipos de plásticos son los materiales comúnmente recogidos por los recicladores. Estos materiales son procesados en un MRF.

Composta/material vegetal

La composta se puede producir de diversas maneras: con material vegetativo, con residuos sólidos y material vegetativo mezclados y con material orgánico separado en la fuente. Entre los usos más comunes que se le pueda dar a la composta están los siguientes: 1) aplicar la composta en áreas verdes; 2) utilizar la composta como abono; 3) utilizar en los establos de caballo; 4) aplicar la composta como material de cubierta en los SRS y 5) utilizar para estabilizar las pendientes en los SRS.

E-Cycling

E-Cycling es el reciclaje de productos electrónicos. Los monitores de computadoras y televisores viejos contienen un promedio de 4 libras de plomo. Los productos electrónicos contienen cromio, cadmio, mercurio, berilio, níquel y zinc, los cuales son considerados materiales peligrosos. Los materiales peligrosos deben ser manejados adecuadamente para evitar problemas ambientales. La ADS ha identificado las siguientes estrategias para el reciclaje de productos electrónico: 1) establecer programas pilotos de educación pública; 2) desarrollar iniciativas de E- Cycling; 3) promover mercados del producto y 4) monitorear los centros de reciclaje.

C&D

Los C&D incluyen madera, metal, concreto, piedra y asfalto. La ADS ha identificado las siguientes estrategias para el reciclaje de C&D: 1) remover el metal del concreto para su venta; 2) utilizar el concreto prensado como agregado en las carreteras; 3) desarrollar mercados para el reciclaje de C&D y 4) educar a los operadores para la recuperación de C&Ds.

2.4 FINANCIAMIENTO

En el Itinerario Dinámico se proponen 26 proyectos de infraestructura para el manejo de los residuos sólidos. El desarrollo de estos proyectos requerirá una inversión total de $1.9 billones. El desglose de costos se presenta en la Tabla 2.5-1. Para desarrollar la mayoría de los proyectos de infraestructura se promoverá la participación del sector privado. La ADS proyecta que gran parte de estos proyectos sean financiados mediante inversiones privadas o público/privadas.

Tabla 2.5-1: Costos para proyectos de infraestructura

Facilidad	Inversión capital (dólares al año 2006)
Composta	8,000,000
MRF	30,000,000
Procesamiento alterno	461,000,000
Expansiones a SRS	840,000,000
Cierre y pos cierre de expansiones a SRS	210,000,000
Estaciones de trasbordo	78,000,000
Residuos manejados por otras instalaciones/SRS municipales o privados	229,000,000
Residuos manejados por otros SRS en cierre y pos cierre	57,000,000
Total	**$ 1,910,000,000**

Fuente: Itinerario Dinámico, 2007.

3. DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE EXISTENTE

Este capítulo presenta una descripción del ambiente existente para los proyectos de infraestructura de residuos sólidos en Puerto Rico y sus islas. En las siguientes secciones se describen las características físicas incluyendo la geografía física y topografía, climatología, calidad del aire, descripción y clasificación de suelos, hidrología de agua superficial, geología, hidrogeología, flora y fauna, recursos arqueológicos y culturales, niveles de ruido, uso del terreno, zonificación, infraestructura y estudio socioeconómico y de justicia ambiental.

3.1 GEOGRAFÍA FÍSICA Y TOPOGRAFÍA

Puerto Rico es la isla más pequeña de las Antillas Mayores y está rodeada al norte por el Océano Atlántico y al sur por el Mar Caribe. La Isla de Puerto Rico mide aproximadamente 100 millas de largo por 35 millas de ancho, con un área total (incluyendo las islas alrededor) de 4,421 millas cuadradas. La Isla nunca ha estado conectada a continente alguno y se cree que surgió hace cerca de 100 millones de años atrás como resultado de la acción volcánica.

La topografía general de Puerto Rico (ver Figura 3.1-1) se caracteriza por ser montañosa en la Cordillera Central y llana en las costas de la Isla. La Cordillera Central, una cadena de montañas que atraviesa la Isla de este a oeste, es la característica topográfica principal de Puerto Rico. Porciones de esta extensión ascienden a elevaciones de más de 4,000 pies, aunque la mayor parte de la Isla tiene una elevación menor de 1,000 pies. La Cordillera Central es la divisoria hidrológica mayor de Puerto Rico. Los ríos de la Isla se originan en estas montañas centrales, formando canales profundos en las vertientes de las montañas.

Figura 3.1-1: Topografía general en Puerto Rico

Los montes escarpados de las sierras de Luquillo y la Cordillera Central contribuyen a la red de cuencas hidrográficas de gran complejidad que drenan la escorrentía producida por la lluvia. Los ríos principales de la Isla se originan en las partes más altas de estas sierras, drenando la escorrentía hacia los valles en los cuatro litorales. Los valles costaneros aluviales proveen zonas de remanso a los ríos que descienden de las montañas, desacelerando su paso y a la vez induciendo la infiltración de parte de su caudal a los acuíferos formados en los valles. En la región norte, desde Carolina hasta Aguadilla, la franja de rocas calizas que forman la zona cársica constituye su propio sistema de desagüe, alimentando los acuíferos calizos del norte con la lluvia que se infiltra a través de sumideros y rocas porosas. Formaciones calizas similares, pero de menor valor hidrológico, se encuentran en la región sur desde Juana Díaz hasta Peñuelas.

La variación en elevación desde la costa hasta los montes de la Cordillera Central es importante en la hidrografía de la Isla desde el punto de vista de inducir lluvias orográficas y contribuir a escorrentías de gran magnitud aún en cuencas de áreas de captación relativamente pequeñas. Estos cambios drásticos en elevación son un factor importante en el flujo de la escorrentía hacia el mar. Durante inundaciones el flujo es acelerado, tomando un máximo de un día en llegar desde las partes más altas en las montañas hasta la costa. Estos flujos de agua fresca juegan un papel importante en el ciclo ecológico de los ríos y estuarios. En los estuarios, empujan temporalmente la cuña de agua salada que penetra tierra adentro en el cauce de los ríos, principalmente en la costa norte. También remueven los depósitos de arena que se acumulan en la desembocadura de algunos ríos, permitiendo el flujo ininterrumpido del agua al mar.

La topografía escarpada característica de Puerto Rico se extiende hasta las profundidades del océano que lo rodea. Algunos de los puntos más profundos en el Océano Atlántico están localizados en las cercanías de la Isla. La trinchera de Puerto Rico y el Abismo de Milwaukee ubican al norte de la Isla. La Cuenca de Venezuela ubica al sur. El Abismo de Milwaukee, con 30,180 pies, es el punto más profundo en el Atlántico. Este se encuentra en el extremo oeste de la Trinchera de Puerto Rico, cerca de 100 millas al noroeste de Puerto Rico.

A continuación se mencionan la topografía existente en los siguientes SRS:

- Fajardo – la elevación más alta en el área es de aproximadamente 130 m sobre el nivel del mar y la más baja es de aproximadamente 40 m sobre el nivel del mar.
- Humacao – la elevación más alta en el área es de aproximadamente 90 m sobre el nivel del mar y la más baja es de aproximadamente 12 m sobre el nivel del mar.
- Juncos – la elevación más alta en el área es de aproximadamente 220 m sobre el nivel del mar y la más baja es de aproximadamente 120 m sobre el nivel del mar.
- Peñuelas – la elevación más alta en el área es de aproximadamente 160 m sobre el nivel del mar y la más baja es de aproximadamente 60 m sobre el nivel del mar.
- Ponce – la elevación más alta en el área es de aproximadamente 130 m sobre el nivel del mar y la más baja es de aproximadamente 60 m sobre el nivel del mar.
- Salinas – la elevación más alta en el área es de aproximadamente 20 m sobre el nivel del mar y la más baja es de aproximadamente 14 m sobre el nivel del mar.
- Yauco – la elevación más alta en el área es de aproximadamente 160 m sobre el nivel del mar y la más baja es de aproximadamente 70 m sobre el nivel del mar.

3.2 CLIMA

Esta sección examina los patrones generales de varios elementos del clima en Puerto Rico. Este es afectado por la precipitación, la evapotranspiración, los vientos y las temperaturas. La evapotranspiración, aunque generalmente incluida como un elemento del clima, es realmente función de la temperatura y el viento.

3.2.1 PRECIPITACIÓN Y EVAPOTRANSPIRACIÓN

La precipitación o lluvia promedio anual en Puerto Rico es de aproximadamente 69 pulgadas, variando desde 27.45 pulgadas en Ponce (sur), 45 pulgadas en el Valle de Lajas (oeste), 53 pulgadas en Arecibo (norte) hasta más de 150 pulgadas en el Bosque Húmedo del Yunque (este) en la Sierra de Luquillo. A través del año la lluvia varía significativamente, con un período de sequía que normalmente se extiende desde enero hasta marzo o abril, seguido de intensos aguaceros en mayo y junio, un segundo período seco en julio y agosto, y luego el período de lluvias intensas desde septiembre hasta el final del año. Sistemas de baja presión, vaguadas, tormentas y huracanes pueden resultar en eventos de lluvia de hasta 25 pulgadas en 24 horas, causando inundaciones severas regionales o generales a través de la Isla. La región este tiene la precipitación mayor de la Isla, la cual fluctua entre 121-160 pulgadas.

La evapotranspiración es un factor importante en el balance de agua, ya que la escorrentía disponible en las quebradas y ríos se reduce por su efecto. La evapotranspiración incluye evaporación del agua por la acción del viento y radiación solar; y la transpiración por las plantas, que remueven agua del suelo a través de las raíces, retornando a la atmósfera como vapor de agua. En promedio, la evapotranspiración en Puerto Rico equivale a 40 pulgadas por año, equivalente a un 60 por ciento de la precipitación promedio. Esto varía a través de la Isla de un mínimo de 15 por ciento en la zona central hasta un máximo de 90 por ciento en el litoral costanero.

3.2.2 TEMPERATURA

La temperatura en Puerto Rico no varía significativamente durante el año, con un promedio anual de 82 grados Fahrenheit (ºF), según se ilustra en la Figura 3.2.2-1. En la región costanera del noroeste la temperatura anual típica varia poco, de 5 a 6 grados de diferencia entre los meses más cálidos y los meses más frescos. Las temperaturas del agua de mar varían desde cerca de los 78 ºF (25.6 ºC) en marzo hasta alrededor de 83 ºF (28.3 ºC) en septiembre, lo que contribuye a mantener esta pequeña variación de mes a mes. En lugares del interior de la Isla, las tardes son más cálidas y las noches son más frías, y exhiben un poco más de variabilidad que las áreas costaneras. El resto de la Isla experimenta temperaturas similares, excepto por la disminución pronunciada de la temperatura en las elevaciones más altas. En los picos más altos, entre los 900 metros (2,953 pies) y los 1,200 metros (3,937 pies) de altura (La Torrecilla, Cerro Pío, Cerro Mogote y Cerro Punta), el promedio de la temperatura es aproximadamente 14 grados Fahrenheit (°F) más frío que en la costa, localizada a unos 22 kilómetros (13.7 millas) al sur.

Figura 3.2.2-1: Temperatura promedio anual en Puerto Rico

3.2.3 VIENTOS PREDOMINANTES

En Puerto Rico, los vientos alisios del este (ver Figura 3.2.3-1: Rosa de los vientos típicos en Puerto Rico), originados en el sistema de alta presión de las Islas Azores al oeste de África, soplan durante la mayor parte del año. En las partes montañosas de Puerto Rico, el movimiento de los vientos alisios es modificado, ya que los vientos pueden ser acelerados, canalizados a través de los desfiladeros, o desviados alrededor de terrenos altos. A lo largo de la línea de la costa, la influencia orográfica sobre el movimiento de los vientos alisios es leve. Los vientos tienen componentes del este en casi todos los meses del año, con una velocidad promedio que varía entre 6 a 9 millas por hora (9.7 a 14.5 km./h.).

Una característica importante de las áreas costaneras es el ajuste de las temperaturas a los vientos alisios del este causado por las brisas diarias provenientes del mar y la tierra, que se forman en el perímetro costanero de la Isla. La brisa de mar se desarrolla cuando el aire que está sobre la planicie costanera se calienta más que el aire sobre el océano. Normalmente, esto ocurre a diario comenzado a media mañana hasta las horas del final de la tarde, cuando hay suficiente calentamiento de la superficie terrestre. Este calentamiento diurno conduce a la expansión del aire y a presiones menores sobre la tierra que sobre el mar. En la superficie el aire fluye de alta presión hacia baja presión, resultando en el inicio de la brisa del mar.

Figura 3.2.3-1: Rosa de los vientos típicos en Puerto Rico

La brisa de mar continua propagándose tierra adentro hasta que la fricción con el terreno o el flujo del viento prevaleciente compensa por la brisa que está por entrar. Durante la tarde, cuando la radiación solar disminuye según el sol va poniéndose o según las nubes que son estimuladas por la brisa de mar protegen el terreno de los rayos solares, la brisa de mar se debilita y cesa. Las brisas de montaña se desarrollan de noche cuando se invierte la diferencia entre la temperatura del aire sobre el terreno y la temperatura del aire sobre el océano. El patrón típico es que durante las horas del día el viento sopla casi constantemente en dirección desde el océano hacia la tierra y después de la puesta del sol la dirección del viento cambia hacia fuera de la tierra, o de las montañas hacia el mar.

3.3 CALIDAD DEL AIRE

La calidad del aire está reglamentada por la Ley Federal de Aire Limpio (CAA, por sus siglas en inglés, "Clean Air Act"). Esta ley ordena a la EPA a establecer las Normas Nacionales de Calidad de Aire Ambiental (NAAQS, por sus siglas en inglés) para determinar la calidad de aire. La EPA ha establecido estándares primarios para proteger la salud pública, incluyendo la de grupos sensibles, como los asmáticos, niños y envejecientes. Además, se han desarrollado estándares secundarios para proteger el bienestar social de cualquier efecto adverso conocido o anticipado, incluyendo factores como visibilidad y protección vegetal. Estándares primarios se han establecido para los siguientes contaminantes: Monóxido de Carbono (CO), Dióxido de Azufre ($S0_2$), Materia Particulada de un tamaño menor de 10 micrones (PM_{10}) y de 2.5 micrones ($PM_{2.5}$), Óxidos de Nitrógeno (NOx), Ozono (O_3) y Plomo (Pb). La Tabla 3.3-1 resume los estándares primarios y secundarios establecidos por la EPA.

Tabla 3.3-1: Normas Nacionales de Calidad de Aire Ambiental

Contaminante	Tipo de Estándar	Periodo	Valor del Estándar	
			($\mu g/m^3$)	(ppm)
CO	Primario	Promedio 8 horas[1]	10 mg/m^3	9
	Primario	Promedio 1 hora[1]	40 mg/m^3	35
Plomo	Primario y Secundario	Promedio trimestral	1.5	
NO_2	Primario y Secundario	Promedio aritmético anual	100	0.053
Materia particulada (PM_{10})	Primario y Secundario	Promedio aritmético anual[2]	50	
	Primario	Promedio 24 horas[1]	150	
Materia particulada ($PM_{2.5}$)	Primario y Secundario	Promedio aritmético anual[3]	15.0	
	Primario	Promedio 24 horas[4]	65	
Ozono (O_3)	Primario y Secundario	Promedio 8 horas[5]		0.08
SO_2	Primario	Promedio aritmético anual		0.03
	Primario	Promedio 24 horas[1]		0.14
	Secundario	Promedio 3 horas[1]		0.5

Fuente: http://www.epa.gov/air/criteria.html

[1] No se excederá en más de una ocasión en el año

[2] Para lograr cumplimiento con el estándar, el promedio en 3 años del promedio anual pesado no puede exceder 50 $\mu g/m^3$

[3] Para lograr cumplimiento con el estándar, el promedio en 3 años del promedio anual pesado no puede exceder 15.0 $\mu g/m^3$

[4] Para lograr cumplimiento con el estándar, el promedio en 3 años del valor percentil 98 para concentraciones de 24 horas no puede exceder 65 $\mu g/m3$

[5] Para lograr cumplimiento con el estándar, el promedio en 3 años del cuarto valor máximo diario del promedio de 8 horas no puede exceder 0.08 ppm.

La JCA opera diferentes estaciones de monitoreo para contaminantes a través de la Isla de Puerto Rico. Las estaciones de monitoreo están localizadas en los municipios de Adjuntas, Barceloneta, Bayamón, Carolina, Cataño, Fajardo, Guayama, Guayanilla, Guaynabo, Humacao, Manatí, Mayagüez, Ponce, Río Grande, Salinas, y San Juan. En todas ellas, los contaminantes se miden según los procedimientos estandarizados por la EPA. La red cuenta con 39 estaciones, 13 de éstas de monitoreo automático y 26 de monitoreo manuales (no todas muestrean con la misma frecuencia ni todos los parámetros). En Puerto Rico se registran los siguientes contaminantes de aire: bióxidos de azufre (SO_2), monóxido de carbono (CO), bióxidos de nitrógeno (NO_2) y materia particulada (PM_{10} y $PM_{2.5}$).

En esta DIA-E se incluyó la información de las estaciones de San Juan, Fajardo, Ponce y Mayagüez. Estas estaciones son representativas de las zonas norte, este, sur y oeste, respectivamente. En los municipios de San Juan, Fajardo, Ponce y Mayagüez se encuentran las siguientes estaciones de monitoreo:

- Número 30 avenida Baldorioty De Castro en San Juan
- Número 56 edificio de la Defensa Civil en Ponce
- Número 22 faro de Fajardo en Fajardo
- Número 58 escuela Dr. Pedro Perea en Mayagüez

Los datos de calidad de aire en estas estaciones para el año 2006 se presentan en la Tabla 3.3-2. Las concentraciones de $PM_{2.5}$ y PM_{10} no excedieron los estándares primarios nacionales de calidad del aire ambiental en las estaciones de San Juan, Ponce, Fajardo y Mayagüez. Los estándares primarios de $PM_{2.5}$ y PM_{10} son 65 y 150 ($\mu g/m^3$), respectivamente. La JCA no monitorea todos los contaminantes de criterio mencionados en la Tabla 3.3-1. Los datos presentados en la Tabla 3.3-2 son solamente los monitoreados por la JCA en la estación.

Tabla 3.3-2: Datos de Calidad del Aire en Puerto Rico para el año 2006

Municipio	Contaminante	Número de Observaciones	24 horas[1] ($\mu g/m^3$)	Anual[2] ($\mu g/m^3$)
San Juan	$PM_{2.5}$	301	24	8.2
	PM_{10}	165	102	36
Ponce	$PM_{2.5}$	107	16	7.0
	PM_{10}	105	108	43
Fajardo	$PM_{2.5}$	283	17	5.1
	PM_{10}	327	116	26
Mayagüez	$PM_{2.5}$	100	20	7.5

Fuente: http://www.epa.gov/air/data/repsst.html
[1] Valor máximo reportado
[2] Valor promedio

La EPA, en diciembre de 2004, comunicó al Gobierno de Puerto Rico que todas las áreas de la Isla habían cumplido con el estándar más restrictivo de particulado fino o $PM_{2.5}$ (2.5 micrones de diámetro) (EPA, www.epa.gov/pmdesignations, December 17, 2004; EPA Determines *that All Areas of Puerto Rico Meet New Fine Particle Air Pollution Standard*).

3.4 SUELOS

Puerto Rico comprende los siguientes 6 distritos de conservación de suelos: Arecibo, Humacao, Lajas, Mayagüez, Ponce y San Juan. Las series de asociaciones de suelos Puerto Rico se ilustran en la Figura 3.4-1. Se han completado estudios detallados de los suelos en todas las áreas. Los suelos son importantes al establecer instalaciones para la disposición de residuos sólidos, tales como SRS, porque mientras más permeable son los suelos, mayor es la posibilidad de contaminación de las aguas subterráneas por lixiviados. A continuación se mencionan los tipos de suelos existentes en los siguientes SRS.

- Fajardo – La asociación es Caguabo-Mucara-Naranjito. Los tipos de suelos son Naranjito limoso arcilloso (NaE_2) y Humatas arcilloso (HtF_2). El tipo NaE_2 tiene un declive de 20 a 40%, es escarpado, con escorrentía rápida y peligro de erosión. El tipo HtF_2 tiene un declive de 40 a 60%, es escarpado, con escorrentía rápida y peligro de erosión.
- Humacao – La asociación es Coloso-Bajura-Toa. Los tipos de suelos son Candelero lómico (CdC_2) y Teja cascajoso arenoso (TeE). El tipo de suelo CdC_2 tiene un declive de 5 a 12%, con desague pobre y es susceptible a la erosión. El tipo de suelo TeE tiene un declive de 12 a 40%, es poco profundo y con peligro de erosión.
- Juncos – La asociación es Caguabo-Mucara-Naranjito. Los tipos de suelo son Naranjito limoso arcilloso (NaE_2) y Sabana limoso arcilloso (SaF_2). El tipo de suelo NaE_2 tiene un declive de 20 a 40%, es escarpado, con escorrentía rápida y peligro de erosión. El tipo de suelo SaF_2 tiene un declive de 40 a 60%, es escarpado, con escorrentía rápida y peligro de erosión.

Figura 3.4-1: Mapa de asociaciones de suelos en Puerto Rico

- Peñuelas – La asociación es Aguilita-Tuque-Yauco. Los tipos de suelo son Tuque rocoso arcilloso (TuF) y Aguilita rocoso arcilloso (AhF). El tipo de suelo TuF tiene un declive de 12 a 60%, con buen desague, moderadamente a bien escarpado y permeabilidad lenta. El tipo de suelo AhF tiene un declive de 20 a 60%, es escarpado, con escorrentía rápida y peligro de erosión.
- Ponce – La asociación es Aguilita-Tuque-Yauco. El tipo de suelo es Aguilita rocoso arcilloso (AhF). El tipo de suelo AhF tiene un declive de 20 a 60%, es escarpado, con escorrentía rápida y peligro de erosión.
- Salinas – Las asociaciones son Hidraquentes-Piñones-Reparada y Jacana-Amelia-Ponceña. Los tipo de suelo son Fraternidad arcilloso (FtB), Cartagena arcilloso (Ce), Descalabrado arcilloso lómico (DeE_2), Amelia-Maguayo cascajoso arcilloso lómico (AmC_2) y Terreno rocoso (Ts). El tipo FtB tiene un declive de 2 a 5%, es profundo, con desagüe moderado y poco permeable. El Ce tiene un declive de 0 a 5%, posee pobre drenaje, es profundo y moderadamente alcalino, con permeabilidad lenta. El tipo DeE_2 tiene un declive de 20 a 40%, posee buen drenaje, permeabilidad moderada y es profundo. El tipo AmC_2 tiene un declive de 5 a 12%, es profundo, con buen drenaje y moderadamente permeable. El tipo Rs tiene un declive de 60 a 70%, y contiene muy poco material suelto.
- Yauco – La asociación es Descalabrado-Jacana-San Germán. El tipo de suelo es San Germán cascajoso (SaE). El tipo de suelo SaE tiene un declive de 20 a 40%, es muy poco profundo a la roca, la capacidad de retención de humedad es baja y la escorrentía es rápida.

3.5 HIDROLOGÍA

Los recursos hidrológicos superficiales en Puerto Rico incluyen ríos, quebradas, embalses y lagunas costaneras, según se ilustran en la Figura 3.5-1. En la Isla no existen lagos naturales y todos los denominados como tal han sido creados embalsando los ríos.

3.5.1 RÍOS

Puerto Rico cuenta con 224 ríos y 553 quebradas con nombres. Muchos de estos ríos y quebradas son tributarios de otros, como en el caso del Río Grande de Loíza cuya cuenca incluye los ríos Canóvanas, Canovanillas, Bairoa, Turabo, Gurabo, Caguitas y Valenciano, más un gran número de quebradas. El Río La Plata cuya cuenca incluye los ríos Barranquitas, Guadiana, Aibonito, Usabón, Cuesta Arriba, Chiquito y Caliente. El Río Grande de Arecibo cuya cuenca incluye los ríos Jayuya, Limón, Yunes, Jauca, Vivo, Caonillas, Pellejas, Cidra, Santiago, Caguana, Roncador, Vacas, Veguitas, Guaonica, Saltillo, Zamas, La Ventas, Salientillo, Garzas, Palmarejo y Caguanita. En Vieques y Culebras no hay ríos.

Figura 3.5.1-1: Cuencas y ríos principales en Puerto Rico

En Puerto Rico las cuencas primarias, secundarias y terciarias se clasifican de acuerdo a su extensión territorial. El orden de las cuencas se determina utilizando el criterio de Orden I para áreas de 120 a 200 millas cuadradas; Orden II para áreas de 50 a 119 millas cuadradas y Orden III para áreas de 0.10 a 49 millas cuadradas. El área de captación para las cuencas de los ríos principales se resume en la Tabla 3.5.1-1. Los ríos principales drenan desde las regiones norte y oeste, donde se encuentran las cuencas principales. El análisis de las cuencas en la Isla indica que aproximadamente el 67 % del drenaje superficial fluye desde la Cordillera Central hacia los valles costaneros de la región norte (desde Aguadilla hasta Fajardo). Las cuencas de la región sur, desde Patillas hasta San Germán, representan aproximadamente el 10 % del drenaje superficial. Las cuencas de la región oeste representan el 19 % del drenaje, mientras que la región este es la menor, con aproximadamente el 4 % del drenaje superficial.

Tabla 3.5.1-1: Área de captación de los ríos principales en Puerto Rico

Cuenca	Área (millas)	Largo del río (millas)	Caudal (acres-pies/año)
Río Guajataca	54.99	26.3	70,830
Río Grande de Arecibo	259.61	32.6	348,160
Río Grande de Manatí	234.82	56.8	275,820
Río Cibuco	91.57	23.8	88,620
Río de la Plata	241.20	62.2	210,530
Río de Bayamón	89.89	30.3	92,910
Río Piedras	26.00	10.7	61,920
Río Grande de Loíza	289.95	44.1	236,890
Río Espíritu Santo	26.17	12.6	122,140
Río Mameyes	15.58	9.5	93,050
Río Fajardo	26.18	16.4	75,900

Cuenca	Área (millas)	Largo del río (millas)	Caudal (acres-pies/año)
Río Blanco	27.67	9.2	82,280
Río Grande de Patillas	29.05	14.6	63,170
Río Nigua	52.76	10.5	15,740
Río Coamo	83.99	23.3	18,840
Río Jacaguas	59.85	24.7	39,310
Río Bucaná	28.45	5.7	54,830
Río Portugués	20.33	18.4	19,200
Río Guayanilla	25.14	15.5	50,540
Río Yauco	46.09	24.4	46,500
Río Loco	24.73	21.6	46,500
Río Guanajibo	127.21	23.8	136,860
Río Grande de Añasco	180.82	34.8	311,490
Río Culebrinas	103.32	37.3	291,010

Fuente: Plan Integral de Recursos de Agua de Puerto Rico, 2007.

3.5.2 EMBALSES

En Puerto Rico no hay lagos naturales, pero existen 36 embalses, 21 de ellos considerados obras mayores construidas por el estado. El primer embalse, Carite, se construyó en el año 1913, mientras que el más reciente, el embalse del Río Fajardo, comenzó a operar en el 2006. Actualmente se está construyendo un nuevo embalse en el Río Blanco de Naguabo y en etapa de planificación se encuentran los embalses Beatriz y Valenciano. Una característica distintiva de los embalses de Fajardo y Naguabo es que están ubicados fuera del cauce del río para reducir la sedimentación y los impactos ambientales. Varios de los embalses pequeños ya están totalmente sedimentados.

3.5.3 LAGUNAS

En Puerto Rico existen 19 lagunas de importancia, de las cuales 6 se consideran relevantes desde el punto de vista hidrológico. Estas lagunas contienen agua salobre o salina debido a que se encuentran en los valles costaneros. Existen miles de charcas agrícolas artificiales y pocetas naturales de capacidad menor. Las características de las lagunas principales en la Isla se resumen en la Tabla 3.5.3-1.

Tabla 3.5.3-1: Área de las lagunas principales en Puerto Rico

Laguna	Localización	Área (cuerdas)
Atolladero	Cabo Rojo	1.16
El Faro	Cabo Rojo	74.4
Guanaquilla	Cabo Rojo	23.6
Joyuda	Cabo Rojo	356
Rincón	Cabo Rojo	190
Salinas I	Cabo Rojo	247
Salinas II	Cabo Rojo	386
Piñones	Carolina-Loíza	262
La Torrecilla	Carolina-Loíza	759
Ceiba	Ceiba	95.8
Mata Redonda	Dorado	17.9
Aguas Prietas	Fajardo	132
Grande	Fajardo	124
Guánica	Guánica	1,118
San Jacinto	Guánica	25.3

Laguna	Localización	Área (cuerdas)
Pozuelo	Guayama	28.8
Carrizales	Hatillo	2.01
Sistema Laguna de Humacao	Humacao	980
Cartagena	Lajas	203
Tortuguero	Manatí-Vega Baja	704
Las Salinas	Ponce	88.6
Mar Negro	Salinas	41.2
Punta Arenas	Salinas	26.4
Condado	San Juan	77.0
Los Corozos	San Juan-Carolina	250
San José	San Juan-Carolina	1,149
Puerto Nuevo	Vega Baja	16.8
Algodones	Vieques	8.23
Anones	Vieques	36.6
Arenas	Vieques	36.3
Boca Quebrada	Vieques	53.1
El Pobre	Vieques	54
Gato	Vieques	5.41
Icacos	Vieques	12.1
Kiani	Vieques	79.9
La Plata	Vieques	2.86
Matías	Vieques	7.74
Monte Largo	Vieques	25.9

Fuente: Plan Integral de Recursos de Agua de Puerto Rico, 2007.

La laguna Tortuguero y la laguna Cartagena son lagunas de agua dulce naturales, las únicas que quedan en la Isla. La laguna Guánica también tenía agua dulce, antes de ser drenada en el año 1952 para aumentar el área de producción agrícola en el Valle de Lajas. El caño Tiburones también fue drenado para uso agrícola.

3.5.4 ESTUARIOS

El estuario es la zona de interfase en la desembocadura de los cuerpos de agua al mar donde se mezclan el agua dulce y salina. Los estuarios en Puerto Rico son generalmente sistemas de vasta diversidad ecológica. En la mayor parte de los estuarios ribereños se encuentran comunidades de árboles de mangle y otras especies que actúan como residencia temporal de un gran número de organismos acuáticos, por lo que su valor y conservación son de gran importancia. El estuario de un río típico en Puerto Rico incluye una zona de mezcla o interfase entre las capas de agua dulce y salada que fluctúa en su posición con el efecto de las inundaciones y mareas. Existen estuarios de "agua fresca", tales como el río Culebrinas, que debido a los flujos significativos esencialmente constantes, la cuña de agua salada penetra un mínimo en el canal del río. Las lagunas costaneras conectadas al mar, también son consideradas estuarios. La Reserva Nacional de Investigación Estuarina de Bahía de Jobos (JOBANERR, por sus siglas en inglés) es considerada estuarina porque recibe flujos significativos de agua subterránea. JOBANERR y el Estuario de la Bahía de San Juan pertenecen al Programa Nacional de Estuarios (NEP, por sus siglas en inglés) de la Agencia Federal de Protección Ambiental (USEPA).

El Estuario de la Bahía de San Juan consiste de la Bahía de San Juan, el Caño Martín Peña, la Laguna San José, la Laguna los Corozos, el Canal Suárez, la Laguna La Torrecilla y la Laguna de Piñones. La Bahía de San Juan está conectada también a la Laguna del Condado por medio del Canal San Antonio. Otra parte importante del sistema del Estuario es la Ciénaga las Cucharillas, que entre otras cosas funciona como una esponja gigantesca para evitar inundaciones.

3.5.5 ACUÍFEROS

Puerto Rico posee acuíferos relativamente amplios y con capacidad de producir cantidades significativas de agua de alta calidad. Estos tienen una capacidad de almacenaje de agua de aproximadamente 70 veces la de los embalses. Luego de los embalses y los ríos, los acuíferos son la tercera fuente de importancia como abasto de agua para consumo doméstico y agrícola, siendo la fuente principal de agua para usos industriales. Basado en los datos del DRNA para el año 2004, se estima que los acuíferos suplieron aproximadamente 147 mgd de agua para todos los usos. Esto incluyó aproximadamente 103.7 mgd de agua de los acuíferos para abasto público, 32 mgd para riego, 11.3 mgd para la industria y generación eléctrica.

Los acuíferos de mayor capacidad en la Isla son los de la región norte. En esta región, que se extiende desde Luquillo hasta Aguadilla, formaciones de rocas calizas de gran espesor y capas de material aluvial se han constituido en dos zonas de almacenaje de agua subterránea de gran importancia.

Los acuíferos aluviales de la región sur son también de gran importancia y capacidad, supliendo aproximadamente el 50% del agua para usos domésticos que se utiliza en la zona; esto equivale a unos 24 mgd. Estos acuíferos están formados generalmente por capas de aluvión depositadas sobre rocas volcánicas y calizas extendidas desde Patillas hasta Guánica, aunque no en forma continua. Además del abasto doméstico, pozos profundos en estos acuíferos suplen agua para usos agrícolas en la región.

Los acuíferos de las regiones este y oeste no tienen una capacidad de almacenaje de agua sustancial, principalmente debido a los materiales geológicos de baja porosidad y espesor que los forman. Aún así, pozos de importancia para los abastos de residentes de estas regiones operan exitosamente produciendo aproximadamente 18mgd.

En la región del interior, la mayor parte de las rocas son de origen volcánico y de baja porosidad. En los valles de Caguas-Gurabo, Cayey y Cidra existen depósitos de aluvión importantes donde se almacena agua en cantidades sustanciales. En estos valles operan pozos domésticos e industriales que producen aproximadamente 4.4 mgd de agua de alta calidad.

3.5.6 MANANTIALES

Los manantiales son descargas de aguas subterráneas que afloran a la superficie de acuíferos regionales o locales. Los manantiales no son una fuente significativa de abasto de agua y su potencial no ha sido determinado con precisión. Los manantiales identificados por el DRNA/USGS se mencionan en la Tabla 3.5.6-1.

3.5.7 SUSCEPTIBILIDAD A INUNDACIONES

El flujo de aguas superficiales en Puerto Rico es el resultado de aguaceros cortos y dispersos de variadas intensidades que caen sobre cuencas relativamente pequeñas y de pendientes empinadas. Las inundaciones son comunes en todo Puerto Rico, pero las áreas más vulnerables son los terrenos llanos en las partes bajas colindantes con los ríos mayores. El 85 % de las áreas en Puerto Rico son zonas susceptibles a inundaciones, según se ilustra en la Figura 3.5.7-1. En promedio, cualquier parte de la Isla sufre una inundación severa anualmente, y una o más inundaciones menores. La mayoría de las inundaciones son rápidas y de corta duración debido a la lluvia intensa y la topografía empinada. El periodo de mayor riesgo de inundaciones corresponde al de precipitación máxima, entre mayo y diciembre, aproximadamente.

Tabla 3.5.6-1: Manantiales principales de Puerto Rico

Manantial	Flujo instantáneo (mgd)
Maguayo ubicado en la carretera PR-693, Dorado	0.50
Ojo de Agua en Vega Baja	2.52
Ojo de Agua en Morovis	0.03
Represa Sonadora en Ciales	0.10
Aguas Frías en Ciales	3.94
Ojo de Guillo en Manatí	0.97
La Cambija en caño Tiburones	6.40
Zanja Fría en caño Tiburones	6.14
San Pedro en Arecibo	5.43
Sonadora en Camuy	0.09
Tiburón en Camuy	0.34
Sumbadora en Los Puertos Camuy	0.25
Salto Collazo en San Sebastián	0.02
Ojo de Agua en Aguadilla	0.65
Baños Quintana en Ponce	0.01
Baños de Coamo	0.04

Fuente: USGS, 1985.

Figura 3.5.7-1: Mapa de áreas de riesgo de inundación en Puerto Rico

El USGS, la Agencia Federal de Manejo de Emergencias (FEMA) y la Junta de Planificación (JP) llevan a cabo investigaciones periódicas de los valles inundables. Estos estudios tienen el objetivo de definir los niveles de inundación para eventos de magnitudes definidas como parte del programa federal y local de control y seguros por daños causados por inundaciones. Los mapas de inundación de FEMA, adoptados por la JP, proveen datos de elevaciones de los niveles de inundación con frecuencias de hasta 100 años (probabilidad de ocurrir en un año).

El Reglamento sobre Áreas Especiales de Riesgo a Inundación de la JP establece que las áreas susceptibles a inundaciones se clasificarán por zonas. El mismo toma en consideración su designación en los mapas de tasas de seguro contra inundaciones, mapas de límites de inundación y el cauce mayor o cualquier otra información sobre inundación base y marejadas. Incluyendo además consideraciones sobre los niveles, la profundidad y la velocidad de las aguas, la altura de las olas, las condiciones y características topográficas del terreno, su cubierta vegetal, y el riesgo a que están expuestas la vida y la hacienda.

3.5.8 CALIDAD DE AGUAS SUPERFICIALES

La JCA publicó en el 2003 el Reglamento para los Estándares de Calidad de Agua de Puerto Rico. Este reglamento establece los estándares de calidad de agua y la clasificación de su uso para la protección de los usos asignados a aguas costeras, superficiales, estuarinas, humedales y subterráneas del Estado Libre Asociado de Puerto Rico. Los estándares de calidad de agua han sido generalizados con la excepción de los siguientes parámetros Antimonio, Arsénico, Cadmio, Cromo, III y IV, Cobre, Cianuro, Fluoruro, Plomo, Mercurio, Níquel, Nitrato más Nitrito, Nitrógeno (NO_3, NO_2 y NH_3), Selenio, Sulfuros, y Zinc los cuales varían entre aguas costeras y estuarinas, superficiales y subterráneas. Similarmente existen estándares específicos para pesticidas en dichas aguas. Estos incluyen Organocloruros y otros pesticidas persistentes, Organociofósforos y otros pesticidas no persistentes, compuestos orgánicos que no son

considerados como pesticidas y tetracloruros de carbono, substancias orgánicas volátiles y no volátiles.

Los parámetros generales para todas las aguas reguladas incluyen sólidos y material flotante, color, sabor, olor, turbiedad, materiales radioactivos (Radio-226 y Estroncio-90), temperatura, sólidos suspendidos, coloidales o asentables, demanda de oxígeno bioquímico, asbesto, aceite y grasa, y substancias en concentraciones tóxicas y efectos tóxicos sinergísticos (oxígeno disuelto, coliformes, pH, color, turbiedad, sulfatos, surfactantes como MBAS, sólidos disueltos totales, fósforo total, sulfatos, cloruros, organismos patógenos, amonio total, y adicional a los mencionados anteriormente, gases disueltos para aguas subterráneas.

Las aguas superficiales en Puerto Rico, incluyendo los ríos y embalses, son de calidad generalmente pobre debido a diversos contaminantes. Entre las fuentes más comunes de contaminación de las aguas se encuentran las descargas sanitarias, agrícolas e industriales, según informa la JCA[1]. La JCA y la EPA estimaron que aproximadamente el 40% de los cuerpos de agua superficiales no cumplen con los estándares de calidad de agua. Los estudios del USGS y la JCA demuestran que los contaminantes principales en las aguas superficiales incluyen bacterias de origen fecal, nutrientes y compuestos orgánicos volátiles. Estos contaminantes provienen de plantas de tratamiento, actividades agrícolas, pozos sépticos y descargas domésticas.

[1] Responde a comentario del Departamento de Agricultura en comunicación del 11 de febrero de 2008

3.6 GEOLOGÍA

Puerto Rico es una isla relativamente joven de aproximadamente 135 millones de años, en términos geológicos. Se encuentra en la placa tectónica del Caribe. Esta ubicación promueve que la isla sea sísmicamente activa. La isla de Puerto Rico en el presente ha sido el resultado de varios procesos. Entre estos procesos los principales son de origen volcánicos, colisiones de islas, levantamiento de corteza oceánica, desplazamientos y deformaciones de la corteza. Es por esto que la geología de Puerto Rico es una muy variada. La geología general de la Isla se presenta en la Figura 3.6-1.

Puerto Rico se puede dividir en tres amplias provincias geológicas.

- La primera provincia consiste de un núcleo montañoso, el cual comprende la mayoría de las 2/3 partes del Sur de la Isla.
- La segunda provincia incluye una franja de rocas predominantemente calizas en las partes Norte–Central y Noreste de la Isla.
- La tercera provincia consiste en una franja discontinua de sedimentos del llano costero aluvial con cantidades menores de rocas calizas y mármoles, a lo largo de la Costa Sur.

La Cordillera Central es la más grande de las provincias. Las rocas de esta provincia consisten mayormente de dos tipos.

- El primer tipo incluye rocas volcánicas y volcaniclásticas del Cretácico.
- El segundo tipo incluye rocas plutónicas del Cretácico al Eoceno (Jolly, et al., 1998).

Figura 3.6-1: Geología en la Isla

La mayoría de estas rocas volcánicas se componen de lavas, tobas, brechias y conglomerados volcánicos. Una vez se finaliza el período de volcanismo y levantamiento, las rocas volcánicas se erosionan y afloran rocas plutónicas o intrusivas.

Aunque existen calizas de períodos más antiguos, los depósitos más predominantes en el norte y sur son principalmente del Terciario y Cuaternario. Estas calizas se depositaron cuando las condiciones eran las adecuadas para que los corales crecieran en el mar llano que rodeaba (y en algunos momentos cubría) la joven Isla. La acción combinada del levantamiento de la Isla, la disolución, y la re-precipitación han hecho las calizas de Puerto Rico resistentes a la meteorización física y química, ricas en mogotes, cuevas, y sumideros. Depósitos aluviales se encuentran mayormente en los valles aluviales de los ríos principales, entre mogotes a través de procesos de erosión. En el sur de Puerto Rico se encuentran depósitos aluviales de abanico interconectados de gran importancia. Estos descansan sobre una base volcánica y pueden alcanzar espesores de hasta 2,000 pies (Renken y otros; USGS, 2002). Rocas metamorfizadas se encuentran en toda la isla, pero su concentración principal es el suroeste siendo la serpentinita la más abundante de la zona.

Debido a la ubicación y el origen de la Isla se encuentran múltiples fallas tanto dentro como en sus alrededores. La mayoría de las fallas que se encuentran bajo el mar están activas, mientras que las de la Isla no lo están. Las fallas en la Isla pueden servir como conductores de flujo dependiendo del tipo que sea y el material de composición.

La mayoría de los terremotos y tsunamis que han afectado a Puerto Rico han ocurrido en el Noreste de la Placa del Caribe, donde los movimientos de las placas son relativamente rápidos y complejos (Jeffrey W. Nealon y William P. Dillon, 1999). Conforme con la Red Sísmica la Región de Puerto Rico experimenta aproximadamente un promedio de 1,050 sismos anuales. En esta región han ocurrido terremotos de gran magnitud, como se demuestra en la Tabla 3.6-1.

Tabla 3.6-1: Terremotos cerca de Puerto Rico e Islas Vírgenes

Localización del Terremoto	Fecha	Magnitud
Española	1953	6.9
Cañón de Mona	1946	7.5
Española	1946	8.1
Cañón de Mona	1918	7.5
Pasaje de Anegada	1867	7.5
Trinchera de Puerto Rico	1787	8.1

Fuente: USGS, 1970.

Los deslizamientos y las áreas susceptibles a éstos son comunes en muchas partes en Puerto Rico, como se muestra en la Figura 3.6-2. La incidencia de deslizamientos es dependiente de la abundancia de lluvia, el tipo de material de la superficie, las pendientes de la superficie, y disturbios de la pendiente natural, mayormente provocados por el hombre. Los mayores deslizamientos se encuentran en la parte Norte de Puerto Rico; estos se extienden casi continuamente desde Corozal hasta la Costa Oeste a lo largo de un escarpado que expone capas gruesas de materiales arcillosos de la Formación San Sebastián, debajo de la Formación Calizas Lares. No solamente el tipo de material y la precipitación ocasionan deslizamientos, también rocas altamente falladas o fracturadas pueden ser afectadas por deslizamientos. La zona Central

Figura 3.6-2: Deslizamientos en Puerto Rico

de Puerto Rico está dividida por un sin número de fallas mayores y secundarias en las cuales, en áreas de pendientes pronunciadas, pueden ocurrir deslizamientos.

Debido a que Puerto Rico se encuentra ubicado en una zona sísmica activa, entre otros criterios geológicos, la infraestructura propuesta, principalmente las expansiones laterales a SRS serán diseñadas y construidas tomando medidas de ingeniería dirigidas a proteger el subsuelo y los cuerpos de agua subterránea.

3.7 SISTEMAS NATURALES: ECOSISTEMAS TERRESTRES Y ACUÁTICOS

En Puerto Rico existen una gran variedad de ecosistemas terrestres y acuáticos de gran importancia y valor ecológico. Estos ecosistemas incluyen bosques, humedales, cuevas, entre otros (ver Figura 3.7-1). Algunas áreas en la Isla, que incluyen uno o varios de estos ecosistemas, han sido protegidas a través de su designación como bosques estatales o reservas naturales. Esta sección discute algunos de los recursos naturales y las áreas que tienen protección.

3.7.1 BOSQUES

La cobertura de bosques de Puerto Rico ha variado desde el descubrimiento de la Isla hasta el presente. Hasta la primera mitad del siglo XX, la economía que predominaba en la Isla era agrícola. Las actividades relacionadas a este tipo de economía fomentaron la deforestación de la mayor parte del territorio. Se estima que para ese momento solo el 5% de los terrenos estaban cubiertos por bosques. Con el cambio de una economía agraria a una industrial, a mediados del siglo XX, el abandono de los terrenos agrícolas permitió el aumento de áreas de bosques. Los bosques se fueron regenerando mayormente por procesos de sucesión. Para los años 90, se estima que hubo un aumento del 30% de áreas boscosas. En la actualidad, aproximadamente el

Figura 3.7-1: Mapa General del Uso de Terreno en Puerto Rico

44% de la superficie de Puerto Rico está cubierta por bosques primarios o secundarios de los cuales solamente el 9% está protegido. Aproximadamente 90,880 cuerdas de terrenos boscosos de la Isla son reservas protegidas por el gobierno estatal o federal.

Ante la complejidad de los bosques de Puerto Rico no existe una descripción sistemática de los mismos. En el pasado se han sugerido varios esquemas de clasificación de bosques cuyas descripciones se han basado en la composición de las especies, la fisonomía del bosque, el clima, la situación fisiográfica y geoclimática. Uno de los sistemas clasifica los bosques de Puerto Rico de acuerdo a unas zonas de vida. El sistema de clasificación de Holdridge define diferentes unidades ecológicas como zonas de vida. Estas zonas se identifican según características del ambiente físico, como la temperatura, la precipitación y la evapotranspiración. Cada una de estas zonas de vida provee las condiciones climáticas apropiadas para los diferentes ecosistemas presentes en la Isla. En Puerto Rico se identifican seis zonas de vida: bosque seco subtropical, bosque húmedo subtropical, bosque muy húmedo subtropical, bosque lluvioso subtropical, bosque húmedo montano bajo y el bosque muy húmedo montano bajo. A continuación se describen estas (ver Figura 3.7.1-1).

Bosque Seco Subtropical

El bosque seco subtropical es la zona más seca de Puerto Rico con una precipitación entre 600 y 1,000 milímetros anuales. La altura de los árboles en este tipo de bosque está limitada por las condiciones climáticas y la flora incluye desde cactus hasta vegetación siempre verde. Algunas de las especies que caracterizan esta zona de vida son: almácigo (*Bursera simaruba*), bayahonda (*Prosopis juliflora*), sebucán (*Pilosocereus royenii*), tachuelo (*Pictetia aculeata*), guayacán (*Guaiacum officinale*), zarcilla (*Leucaena leucocephala*), tamarindo (*Tamarindus indica*), tamarindo silvestre (*Acacia macracantha*) y el úcar (*Bucida buceras*). Esta zona de vida tiene

Figura 3.7.1-1: Mapa de Zonas de Vida de Puerto Rico

una alta diversidad de aves, asociada a su vez por la alta diversidad de insectos presentes en la misma.

Bosque Húmedo Subtropical

El bosque húmedo subtropical es la zona de vida que más área abarca en toda la Isla. Aproximadamente el 58% del área total de Puerto Rico se encuentra bajo ésta clasificación. Esta zona se caracteriza por tener un promedio de precipitación anual de 1,000 hasta 2,200 milímetros de lluvia. A su vez, es la zona de vida más explotada en términos del uso de terreno con fines agrícolas ya que sus suelos proveen las condiciones idóneas para el establecimiento de una gran variedad de cultivos. Como consecuencia, muchas de estas áreas han sido deforestadas en algún momento dado. Con la excepción de los suelos ricos en serpentina o derivados de caliza, la mayoría de los restantes suelos de esta zona de vida son ocupados por un bosque secundario o no tiene una cubierta forestal. Algunas de las especies de flora más comunes del bosque húmedo subtropical son: palma real (*Roystonea borinquena*), roble blanco (*Tabebuia heterophylla*), bucayo gigante (*Erythrina poeppigiana*), la guaba (*Inga vera*), el guamá (*Inga laurina*), el flamboyán (*Delonix regia*) y el yagrumo hembra (*Cecropia schreberiana*), entre otras. Entre los cultivos más comunes de ésta zona se encuentran el café (*Coffea arabica*), el plátano *(Musa paradisiaca)*, el guineo *(Musa SPP)*, la china *(Citrus sinensis)*, el mangó (*Mangifera indica)*, la calabaza *(Cucurbita moschata)* y el ñame *(Dioscorea rotundata)* [2].

Bosque muy húmedo subtropical

El bosque muy húmedo subtropical es la zona de vida que ocupa las áreas de mayor elevación en la Isla. Es la zona de vida con el promedio mayor de precipitación, aproximadamente de 2,000 a 4,000 milímetros de lluvia por año. La humedad abundante de esta zona de la vida es evidente en

el tipo de la vegetación que allí se encuentra. La vegetación mas común incluye bromelias, orquídeas y los helechos arbóreos (*Cyathea arborea*). Algunos árboles que dominan el área son el tabonuco (*Dacryodes excelsa*) y el ausubo (*Manilkura bidentatu*). En aquellas áreas agrícolas que fueron abandonadas, la vegetación secundaria mas abundante incluye especies como: higuillo (*Piper aduncun*), yagrumo hembra (*Cecropia schreberiana*), yagrumo macho (*Schefflera morotononi*) y la balsa (*Ochroma lagopus*).

Bosque lluvioso subtropical

El bosque lluvioso subtropical ocupa poco terreno en la Isla y solo se encuentra dentro de los límites la Sierra de Luquillo. El uso de sus terrenos está restringido a las investigaciones científicas y a la recreación controlada. Los suelos de esta zona permanecen totalmente saturados a través de todo el año, lo cual influye en el crecimiento de la vegetación en esta zona. La vegetación característica del área incluye las epífitas, helechos y la palma de sierra (*Prestoea montana*) (Ewel & Whitmore, 1973).

Bosque montano bajo muy húmedo

El bosque montano bajo muy húmedo es la zona de vida que abarca la mayoría de los picos de montañas sobre los 1,000 metros de elevación, aunque en algunas áreas cubre elevaciones de casi 700 metros sobre el nivel del mar. La vegetación de esta zona está relacionada al bosque de palo colorado (*Cyrilla racemiflora*), aunque también se encuentran asociaciones de bosque nublado o enano. En el área este de lsla las especies asociadas son: nemocá (*Ocotea moschata*), caimitillo verde (*Micropholis garciniifolia*) roble de sierra (*Tabebuia rigida*), guayabota (*Eugenia borinquensis*) y jusillo (*Henriettea squamulosa*).

[2] Responde a comentario del Departamento de Agricultura en comunicación del 11 de febrero de 2008

Bosque montano bajo lluvioso

El bosque montano bajo lluvioso es la zona de vida con menor área en Puerto Rico, por lo que todos los terrenos están protegidos dentro de los límites la Sierra de Luquillo. La vegetación en esta zona de vida es muy similar a la del bosque montano bajo muy húmedo, siendo, las palmas, los helechos arbóreos y la epifitas la vegetación más abundante en este tipo de bosque.

3.7.2 HUMEDALES

El Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos (USACE, por sus siglas en inglés) a través de su Manual Federal para Determinación de Jurisdicción, ha definido los humedales como: "*áreas de transición entre los ecosistemas acuáticos y los terrestres, que se encuentran frecuentemente inundadas o saturadas de aguas superficiales o subterráneas, durante un periodo de tiempo suficiente como para que crezca vegetación hidrofítica"*. No existe ningún mapa de distribución de humedales a nivel de Puerto Rico.

En el pasado la percepción que se tenía sobre los humedales era que eran lugares malolientes, criaderos de vectores que propagan enfermedades y lugares de poca productividad. Por tal razón, se drenaron muchos de los humedales para utilizarlos en la agricultura y la construcción de viviendas e infraestructura. En la actualidad, muchas áreas urbanas costeras del país se encuentran en terrenos anteriormente ocupados por humedales. Hasta la década de los años 90 se han perdido y/o destruido más de un 70% de estas áreas de humedales. A partir de los años 70 se comenzó a reconocer a los humedales como áreas de mitigación de inundaciones, de filtración y mejoramiento de la calidad de las aguas, de protección contra marejadas, de abastos de agua y de control de la erosión costera y de suelos. Además, actualmente se reconoce que proveen hábitat crítico para distintas especies de aves endémicas y migratorias y sirven como áreas de desove para la mayoría de los peces. En adición, los humedales tienen gran valor recreativo, estético y ambiental y son de suma importancia para la investigación científica y la educación.

Existen tres parámetros básicos que permiten identificar un humedal: el suelo, la hidrología y la vegetación. Es la interacción de los componentes físicos, biológicos y químicos de los humedales (como el suelo, el agua, las plantas y los animales), los que permiten a este ecosistema desempeñar sus diferentes funciones.

En Puerto Rico, el USACE, ha descrito 7 diferentes tipos de humedales: acuático marino, planicies costeras de agua salada, ciénagas de agua salada, pantanos de agua salada o manglares, acuático de agua dulce, ciénaga de agua dulce y pantano de agua dulce.

1. Acuático marino - Este sistema se encuentra dominado, por praderas submarinas, como lo son las hierbas marinas *Thalassia y Syringodium.*
2. Planicies costeras de agua salada - Estos son los salitrales asociados al manglar.
3. Ciénagas de agua salada - Áreas dominadas por plantas herbáceas (25%) y plantas leñosas (40%), inundadas ocasional o regularmente por agua salada. Algunos ejemplos son *Acrostichum aureum* y *A. danaeifolium* (helechos) y *Laguncularia racemosa* (mangle blanco).
4. Pantanos de agua salada - Están representados por *Rhizophora mangle* (mangle rojo) y *Avicennia germinans* (mangle negro).
5. Acuático de agua dulce - Estos son ríos, lagos y charcas con vegetación flotante o arraigada e inundada.
6. Ciénagas de agua dulce - Áreas dominadas por plantas herbáceas (25%) y plantas leñosas (40%), inundadas ocasionalmente o regularmente por agua dulce. Un ejemplo es la yerba enea (*Typha domingensis*).
7. Pantano de agua dulce - Se caracterizan por poseer más de un 40% de su área cubierta por vegetación leñosa y por encontrarse inundados en ocasiones por aportes de agua dulce. Ejemplos de éstos son el pantano de palo de pollo (*Pterocarpus officinalis)* y el pantano de *Anona glabra.*

A pesar de la importancia ecológica, económica y recreativa de los humedales las actividades realizadas por el hombre han ocasionado el deterioro y la pérdida de estos recursos naturales. Algunas de las causas asociadas al deterioro de estos ecosistemas se encuentran: el desarrollo de proyectos residenciales de alta densidad como urbanizaciones, el desarrollo de proyectos industriales, la construcción de carreteras, la construcción de marinas, las canalizaciones de los ríos, el desmonte en las zonas de captación, los desarrollos agrícolas (dragados, canalizaciones, abonos, plaguicidas y herbicidas) y los SRS que puedan interferir con el agua subterránea que va al humedal, entre otros. Por tal razón, la infraestructura propuesta en el Itinerario Dinámico se desarrollará en áreas donde no existan humedales.

3.7.2.1 MANGLARES

El manglar es un ecosistema costanero, el cual está constituido por agrupaciones de árboles que pueden tolerar concentraciones altas de sal y sobrevivir en terrenos anegados. Algunos de los beneficios que los manglares generan para el hombre y el medio ambiente son: proveen habitáculo y refugio para peces de valor comercial, albergan y proveen áreas de anidaje a un número considerable de especies de aves, protegen las costas contra la erosión y las marejadas ocasionadas por los huracanes y atrapan sedimento y hojarasca entre sus raíces, entre otros.

En Puerto Rico están presentes cuatro especies de mangles, estas especies son: mangle rojo (*Rhizophora mangle*), mangle negro (*Avicennia germinans*), mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) y mangle botón (*Conocarpus erectus*). Estas cuatro especies están representadas en los cuatro tipos de manglares: de borde, de islotes, de cuenca y ribereño. El manglar de borde se encuentra a lo largo de los márgenes de canales, ríos, lagunas u otros cuerpos marinos o estuarinos. Es el mangle rojo el que se encuentra en la parte más externa (hacia el mar); mientras que su interior protegido se puede encontrar al mangle negro. Este tipo de manglar es de gran importancia para las pesquerías y para la vida silvestre. Los islotes de mangles se caracterizan

por estar dominados por el mangle rojo. Los manglares de cuenca se desarrollan en llanuras costeras con leves depresiones topográficas. La salinidad en estos terrenos puede ser mayor que la que se encuentra en los otros tipos de manglar. Son sensibles a la sedimentación excesiva e inundaciones prolongadas. La especie de mangle que predomina es el mangle negro, aunque puede encontrase mangle blanco. El manglar ribereño se encuentra en los llanos inundados por corrientes de agua en periodos de abundantes lluvias y escorrentías. Típicamente están asociados a los ríos y sujetos a mareas. En sus orillas crece el mangle rojo, mientras que tierra adentro existe co-dominancia entre mangle negro y el mangle blanco. En la Isla, el 75 % de los mangles han sido destruidos como resultados de actividades agrícolas, desarrollos urbanos y contaminación, entre otros. Alrededor de la costa de Puerto Rico se han identificado unas 119 áreas de manglar. Aproximadamente 22,971 cuerdas de terrenos comprenden esas áreas.

El Estado Libre Asociado de Puerto Rico reconociendo lo primordial que es el conservar este recurso adoptó, a través de la Junta de Planificación de Puerto Rico, el 5 de agosto de 2003, el Plan de Manejo del Área de Planificación Especial de los Manglares de Puerto Rico. En este Plan, el Programa de Manejo de la Zona Costanera ha determinado que 12 áreas de manglar se encuentran más deterioradas y bajo fuertes presiones de uso. Estas áreas son las mas que requieren atención de ser protegidas. Algunas de estas áreas son: Caño Martín Peña, Piñones-Torrecilla Baja-Vacía Talega, Río Espíritu Santo-Las Picúas, Caño La Boquilla y Río Cibuco, otros.

3.7.3 CUEVAS

La formación de cuevas y cavernas en Puerto Rico ocurre principalmente debido al desgaste de la roca caliza (compuesta de carbonato de calcio proveniente de los restos de organismos marinos) por el agua subterránea o el agua que se filtra por el techo rocoso.

El DRNA estima que en Puerto Rico existen aproximadamente 2,000 cuevas de las cuales han sido exploradas y documentadas unas 207. La mayoría de las cuevas en Puerto Rico se encuentran asociadas a la zona cársica. Esta zona es una región formada por roca caliza que se caracteriza por ríos subterráneos, mogotes, sumideros, valles intramogotes y cuevas. La misma ocupa unas 617 millas cuadradas, aproximadamente un 20% de la extensión total de Puerto Rico. El carso se divide en dos regiones mayores, el carso norteño y el carso el sur. La topografía cársica se observa en el norte de la Isla desde Loíza hasta Aguada. También se encuentran afloramientos calizos en Aguas Buenas, Cayey y Cabo Rojo, al igual que en las islas de Mona y Vieques.

Entre las cuevas más importantes se encuentra las del sistema de cavernas del Río Camuy, el cual está ubicado entre los municipios de Hatillo, Camuy y Lares, formado por la trayectoria subterránea del Río Camuy y que comprende algunos 15 kilómetros de longitud y 17 entradas. Otro sistema importante es el del Río Encantado, ubicado entre los municipios de Ciales, Florida y Manatí y que comprende aproximadamente 9 kilómetros de longitud.

3.7.4 ÁREAS PROTEGIDAS

En Puerto Rico, alrededor del 8% de los terrenos emergidos y 235 de las aguas jurisdiccionales y terrenos sumergidos se encuentra bajo algún tipo de designación legal de área natural protegida. Estas áreas son de gran valor para la conservación y manejo de los recursos naturales por lo cual se encuentran sujetas a un régimen de protección por el Estado. En Puerto Rico, las áreas naturales protegidas conservan y protegen los principales ecosistemas de humedales, bosques secos, bosques lluviosos, cuevas y cavernas, islotes y cayos. De igual forma, protegen los hábitats críticos de especies de flora y fauna.

Figura 3.7.4.1-1: Áreas naturales protegidas en Puerto Rico

3.7.4.1 BOSQUES ESTATALES

Los bosques de la Isla están protegidos a través de la Ley Núm. 133 de 1 de julio de 1975, según enmendada, conocida como Ley de Bosques de Puerto Rico. En esta ley se reconoce la importancia de los mismos. En Puerto Rico existen 20 bosques estatales designados (ver Tabla 3.7.4.1-1 y Figura 3.7.4.1-1). Algunos de estos bosques son: Bosque Estatal de Aguirre, Bosque Estatal de Carite, Bosque Estatal de Guajataca, Bosque Estatal de Piñones y el Bosque Estatal Tres Picachos. Las características principales de estos bosques se resumen en la Tabla 3.7.4.1-1.

Tabla 3.7.4.1-1: Bosques Estatales de Puerto Rico

Nombre del Bosque Estatal	Ubicación	Área (cuerdas)	Zona de Vida	Temperatura y precipitación promedio anual
Bosque Estatal de Aguirre	Guayama, Salinas y Santa Isabel	2,463.8	Bosque Seco Subtropical	Precipitación promedio anual – 762 a 1,524 mm (30 a 60 pulgadas). Temperatura promedio anual - 25.3°C (78° F).
Bosque Estatal de Boquerón	Lajas, Cabo Rojo y Mayagüez	4,9532	Bosque Seco Subtropical	Precipitación promedio anual - 1,128 mm (44.4 pulgadas). Temperatura promedio anual - 25.3°C (78° F).
Bosque Estatal de Cambalache	Barcelonesa y Arecibo	1,630[2]	Bosque Húmedo Subtropical	
Bosque Estatal de Carite	Caguas, Patillas, Cayey, Guayama y San Lorenzo	6,702.8	Bosque Húmedo Subtropical Bosque Muy Húmedo Subtropical Bosque Montano Bajo Muy Húmedo	Precipitación promedio anual – 2,159 mm (85 pulgadas) Temperatura promedio anual - 22°C (72°F).

Nombre del Bosque Estatal	Ubicación	Área (cuerdas)	Zona de Vida	Temperatura y precipitación promedio anual
Bosque Estatal de Ceiba	Fajardo, Ceiba y Naguabo	567.8	Bosque Seco Subtropical	Precipitación promedio anual - 1312 mm (51.6 pulgadas) Temperatura promedio anual – 26.1°C (79°F).
Bosque Estatal de Cerrillos	Ponce	143.45[2]	Bosque Húmedo Subtropical	
Bosque Estatal de Guajataca	Isabela	2,357	Bosque Húmedo Subtropical	Precipitación promedio anual – 1,905 mm (75 pulgadas) Temperatura promedio anual – 24.7°C (76.5°F).
Bosque Estatal de Guánica	Guánica, Yauco, Guayanilla, Peñuelas y Ponce	10,738.44	Bosque Seco Subtropical	Precipitación promedio anual - 762 mm (30 pulgadas). Temperaturas fluctúan entre 80°F en las áreas de sombra y 100°F en áreas más expuestas.
Bosque Estatal de Maricao	Mayagüez, San Germán, Sabana Grande y Maricao	10,8312	Bosque Húmedo Subtropical Bosque Muy Húmedo Subtropical Bosque Montano Bajo Muy Húmedo	Precipitación promedio anual – 2,396 mm (94 pulgadas). Temperatura promedio anual – 21°C (72°F).
Bosque Estatal Monte Choca	Corozal	244.76	Bosque Húmedo Subtropical Bosque Muy Húmedo Subtropical	
Bosque Estatal de Monte Guilarte	Adjuntas, Peñuelas, Guayanilla y Yauco	4,255	Bosque Muy Húmedo Subtropical Bosque Montano Bajo Muy Húmedo	Precipitación promedio anual – 2,286 mm (90 pulgadas) Temperatura promedio anual –y 16-24°C (60-75°F).
Bosque Estatal de Piñones	Carolina y Loíza	3,232[2]	Bosque húmedo subtropical	
Bosque Estatal del Pueblo	Adjuntas	738.15	Bosque Muy Húmedo Subtropical Bosque Montano Bajo Muy Húmedo	
Bosque Estatal de Río Abajo	Utuado y Arecibo	5,925.65	Bosque Húmedo Subtropical Bosque Muy Húmedo Subtropical	Precipitación promedio anual – 1,936 mm (76.2 pulgadas) Temperatura promedio anual –y 22°C (71.6°F).

Nombre del Bosque Estatal	Ubicación	Área (cuerdas)	Zona de Vida	Temperatura y precipitación promedio anual
Bosque Estatal San Patricio	San Juan	53	Bosque húmedo subtropical	
Bosque Estatal de Susúa	Yauco y Sabana Grande	3,341	Bosque Húmedo Subtropical	Precipitación promedio anual - 1413 mm (55.6 pulgadas). Temperatura anual promedio - de 23.9°C (75°F).
Bosque Estatal de Toro Negro	Jayuya, Ponce, Juana Díaz, Ciales, Villalba y Orocovis	8,234.55	Bosque Muy Húmedo Subtropical Bosque Montano Bajo Muy Húmedo	Precipitación promedio anual – 2573 mm (110 pulgadas). Temperatura promedio anual – 18.4°C (65.1°F).
Bosque Estatal Tres Picachos	Ciales y Jayuya	376.78	Bosque Húmedo Subtropical Bosque Muy Húmedo Subtropical Bosque Montano Bajo Muy Húmedo	
Bosque Estatal de Vega	Vega Alta y Vega Baja	1,139	Bosque húmedo subtropical	Precipitación promedio anual – 1,936 mm (76.2 pulgadas) Temperatura promedio anual – 25°C (77°F).
Bosque Estatal Urbano del Nuevo Milenio	San Juan	41.29[3]	Bosque húmedo subtropical	

Fuente: Plan de Usos de Terreno: Perfil Puerto Rico, 2006.
http://www.gobierno.pr/DRNA/RecursosForestales.

3.7.4.2 BOSQUE NACIONAL

El Bosque Nacional del Caribe, comúnmente conocido como El Yunque, está localizado en la Sierra de Luquillo y comprende aproximadamente 28,000 acres (11,500) hectáreas y es el único bosque de Puerto Rico que está administrado por el Servicio Forestal del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. Además es el único bosque tropical en el Sistema de Bosques Nacionales.

Un clima extremo, topografía escarpada y una vegetación exuberante caracterizan a este bosque. Las elevaciones fluctúan de 100 a 1075 metros (330-3530 pies) sobre el nivel del mar y las temperaturas diarias promedios son de 25.5°C (77.9°F) en las partes más bajas y aproximadamente 18.5°C (65.3°F) sobre los 1000 metros (3280 pies). La precipitación pluvial es casi diaria con un promedio de 500 centímetros (200 pulgadas) al año en los picos más altos. Esta precipitación es mayor durante los meses de primavera y otoño.

3.7.4.3 BOSQUES AUXILIARES

A través del Negociado de Servicio Forestal, el DRNA designa, con el consentimiento voluntario del titular, terrenos privados bajo el Programa de Bosque Auxiliares, como estrategia para la conservación de terrenos forestados en manos privadas. Este Programa provee a los propietarios de los terrenos exención contributiva sobre la propiedad y sobre cualquier ingreso proveniente de la venta de productos forestales de estos terrenos mientras mantenga las condiciones y cumpla con los requisitos mínimos del Programa. Un total de 60 bosques auxiliares con 5,768.1668 cuerdas de terrenos forestales están acogidos a este Programa en todo Puerto Rico.

3.7.4.4 RESERVAS NATURALES

El Programa de Manejo de la Zona Costanera del Departamento de Recursos Naturales y Ambientales define las Reservas Naturales como: *"Áreas de importantes recursos costaneros sujetos a serios conflictos en usos presente y futuro, que deben ser preservados sustancialmente en su condición actual o en el caso de áreas naturales cuya restauración sea posible, restaurarlas a su condición natural"*.

La designación de un área como reserva natural constituye un mecanismo de naturaleza administrativa. Mediante este mecanismo se identifica, califica, delimita, recomienda y adopta la decisión de proteger los terrenos dentro de un área de alto valor natural, que así lo ameritan. De igual forma se asegura que los usos y actividades de dichos terrenos, y los aledaños (zona de amortiguamiento), sean compatibles con su propia naturaleza. El mismo resulta ser un mecanismo de protección a corto plazo. Su importancia radica precisamente en que la designación constituye un instrumento mediante el cual el gobierno puede evaluar proyectos de desarrollo en áreas de importantes recursos costeros. Además, contribuye sustancialmente al desarrollo de prácticas de conservación en las que pueden participar tanto el gobierno como los dueños de terrenos involucrados y las comunidades alrededor del ecosistema.

En Puerto Rico han sido designadas 34 reservas naturales; 28 bajo el Programa de Manejo de la Zona Costanera, cinco mediante leyes y una por una Orden Ejecutiva. Algunas de las reservas naturales son: Caño Tiburones, Laguna Tortuguero, Pantano Cibuco y la Cueva del Indio (ver Tabla 3.7.4.4-1).

Tabla 3.7.4.4-1: Ubicación y Área de las Reservas Naturales de Puerto Rico

Nombre de la Reserva Natural	Ubicación	Área (cuerdas)
Caño Tiburones	Arecibo	3,428
Cueva del Indio	Arecibo	11.1
Hacienda La Esperanza	Manatí	2,529.55
Laguna Tortuguero	Vega Baja - Manatí	19,080
Pantano Cibuco	Vega Baja	1,000
Río Indio	Vega Baja	1,817
Ciénaga Las Cucharillas	Cataño	1,272.62

Nombre de la Reserva Natural	Ubicación	Área (cuerdas)
Caño Martín Peña	San Juan	227.94
Reserva Natural del Bosque Estatal de Piñones	Loíza	1,965
Río Espíritu Santo	Río Grande	5,037
Seven Seas	Fajardo	110
Las Cabezas de San Juan (El Faro)	Fajardo	447.22
Arrecifes de La Cordillera	1.5 millas náuticas al Noreste de Fajardo	224.27
Bosque Estatal de Ceiba	Fajardo, Ceiba y Naguabo	849
Bahía Bioluminiscente (Puerto Mosquito) de Vieques	Vieques	1,119.15
Canal de Luis Peña	Culebra	1,208
Pantano, Bosque de Pterocarpus, Lagunas Mandry y Santa Teresa	Humacao	2,583
Punta Yegua	Yabucoa	289.77
Punta Tuna	Maunabo	42
Arrecifes de Guayama	Aproximadamente a 1 milla náutica al sur de Punta Figuras, Arroyo	1,312.84
Piedras del Collado (antes “Tetas de Cayey”)	Salinas	20
Punta Petrona	Santa Isabel	572.80
Reserva Natural Isla de Caja de Muertos	4.8 millas náuticas al sur de Ponce	47,923.93 (incluye Isla Caja de Muertos, Islote Morcillito y Cayo Berbería)
Reserva Natural del Bosque Estatal de Guánica	Guánica, Yauco, Guayanilla, Peñuelas y Ponce	9,212.27
La Parguera	Guánica, Lajas y Cabo Rojo	13,290.57
Laguna Cartagena	Lajas	795.77

Nombre de la Reserva Natural	Ubicación	Área (cuerdas)
Bosque Estatal de Boquerón	Cabo Rojo	1,269.59
Punta Guaniquilla	Cabo Rojo	431.92
Punta Belvedere	Cabo Rojo	255.34
Laguna Joyuda	Cabo Rojo	308.89 (no se incluyen los terrenos añadidos por la Ley Núm. 201 del 25 de agosto de 2000)
Isla de Mona e Islote de Monito	50 millas náuticas al Oeste de Mayagüez	14,043
Arrecifes Tourmaline	7.5 millas náuticas al Oeste de Mayagüez	19.43 millas náuticas cuadradas
Caño La Boquilla	Mayagüez	120 (sólo incluye zona marítimo terrestre)
Sistema de Cuevas y Cavernas de Aguas Buenas	Aguas Buenas	1,534

Fuentes: Plan de Usos de Terreno: Perfil Puerto Rico, 2006.

http://www.gobierno.pr/DRNA/ReservasNaturales

3.7.4.5 REFUGIOS DE VIDA SILVESTRE

Los Refugios de Vida Silvestre son designados por el Secretario del DRNA, al amparo del Reglamento para regir la conservación y el manejo de la vida silvestre, las especies exóticas y la caza en el Estado Libre Asociado de Puerto Rico (Reglamento Núm. 6765 del 11 de febrero de 2004). En los Refugios de Vida Silvestre, diferente a las Reservas Naturales, la caza deportiva no está permitida; con excepción del Refugio de Vida Silvestre de Boquerón. Otros usos y actividades que pueden llevarse a cabo en estas áreas son determinadas mediante reglamento.

Algunos de éstos refugios son: Refugio de Vida Silvestre de Boquerón, Refugio de Vida Silvestre Guajataca, Refugio de Vida Silvestre Embalse la Plata y el Refugio de Vida Silvestre Lago Luchetti.

3.7.4.6 RESERVAS NACIONALES

En septiembre de 1981 se designó la Reserva Nacional de Investigación Estuarina de Bahía de Jobos (JOBANERR) mediante un acuerdo entre el DRNA y la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA, por sus siglas en inglés).

3.7.4.7 RESERVAS AGRICOLAS[3]

Las reservas agrícolas creadas por ley, identifican suelos de alto valor agrícola por su fertilidad y demás condiciones naturales y por su alto potencial de mecanización.

Reserva Agrícola	**Municipios**
Valle de Lajas	Lajas, cabo Rojo, Sabana Grande, Yauco, San Germán
Valle de Guanajibo	Mayaguez, Hormigueros, San Germán
Valle de Coloso	Añasco

3.7.4.8 ÁREAS PROTEGIDAS POR OTRAS ENTIDADES

El Servicio Federal de Pesca y Vida Silvestre maneja un sistema de refugios nacionales de vida silvestre de 520 refugios y más de 95 millones de cuerdas que incluyen miles de áreas de

humedales y otras áreas especiales de manejo. El complejo de Refugios Nacionales de Vida Silvestre en el Caribe se compone de nueves (9) refugios cinco de los cuales están en Puerto Rico: Cabo Rojo, Laguna Cartagena, Desecheo, Culebra y Vieques.

Por otro lado, el Fideicomiso de Conservación de Puerto Rico, desde 1970 ha logrado proteger sobre 17,000 cuerdas de terrenos con gran valor ecológico. Para proteger estos lugares, el Fideicomiso utiliza varios mecanismos de protección, tales como la compra directa de tierras, donaciones y el establecimiento de servidumbres de conservación. Algunas de los terrenos protegidos por esta entidad sin fines de lucro son parte de la Reserva Natural Inés M. Mendoza (Punta Yeguas, Yabucoa), Reserva Natural Bahía Ballena (Guánica-Yauco), Reserva Natural Punta Guaniquilla (Cabo Rojo) y la Reserva Natural las Cabezas de San Juan (Fajardo), entre otros.

[3] Responde a comentario del Departamento de Agricultura en comunicación del 11 de febrero de 2008

3.8 FLORA Y FAUNA

3.8.1 FLORA

La flora de Puerto Rico esta relacionada taxonómicamente con la flora del grupo de las Antillas Mayores. Sin embargo, la flora de la Isla tiene algunas plantas en común con las Antillas Menores y Sur América. En Puerto Rico existe una mayor diversidad de especies pero un menor por ciento de endemismo.

La vegetación en la Isla refleja variaciones de acuerdo a la topografía, clima y suelos. En los llanos costeros la vegetación es diferente a la de la zona montañosa (refiérase a la sección 3.7.1 Bosques). También, los cambios en los usos del terreno y la introducción de nuevas especies ha transformado la vegetación natural de la Isla. En la Isla, aproximadamente el 27 % de las especies de árboles fue introducido de otros países. En la actualidad hay aproximadamente 43 especies listadas como críticas o en peligro de extinción (Tabla 3.8.1-1).

Las especies de plantas en Puerto Rico se pueden dividir en las siguientes categorías: especies cosmopolitas, yerbajos tropicales, elementos antillanos y elementos endémicos. De este último grupo hay alrededor de 240 especies endémicas de fanerógamas en Puerto Rico. Esto es aproximadamente el 9% de la flora de la Isla. La familia con mayor endemismo en la Isla es la Myrtacea con 31 especies endémicas, Compositae tiene 19 y Polypodiaceae 16.

Tabla 3.8.1-1: Lista de especies de flora crítica o en peligro de extinción

Familia	Nombre	
	Científico	Común
POACEAE	*Aristida chaseae*	---
	Aristida portoricencis	pelos del diablo
RHAMNACEAE	*Aurodendron pauciflorum*	---
FLACOURTIACEAE	*Banara vanderbiltii*	palo de Ramón
BUXACEAE	*Baxus vahlii*	diablitos de tres cuernos
VERBENACEAE	*Callicarpa ampla*	capá rosa
	Cornutia obovata	palo de nigua
MYRTACEAE	*Calyptranthes thomasina*	---
	Eugenia haemetocarpa	Uvillo
	Eugenia woodburyana	---
	Myrcia pegan	Ausu
ARECACEAE (PALMACEAE)	*Calyptronoma rivales*	palma de manaca
RUBIACEAE	*Catasbaena malanocarpa*	---
	Mitracarpus maxwelliae	---
	Mitracarpus polycladus	---
FABACEAE (LEGUMINOSEA-CAESALPIONOIDEAE)	*Chamaescrita glandulosa*	---
	Stahlia monosperma	cobana negra
POLYGONACEAE	*Coccoloba rugosa*	Ortegón
BORAGINACEAE	*Cordia bellonis*	---
	Cordia rupícola	---
ORCHIDACEAE	*Cranichis ricartii*	---
	Lepanthes eltoroensis	---
BIGNONIACEAE	*Crescentia portorricensis*	higuero de sierra
THYMELEACEAE	*Daphnopsis helleriana*	---
GESNERIACEAE	*Gesneria pauciflora*	---
SOLANACEAE	*Goetzea elegans*	Matabuey
	Solanum drymophillum	Enrubio

Familia	Nombre	
	Científico	Común
CACTACEAE	*Harnsia portorricensis*	higo chumbo
	Leptocereus grantianus	---
AQUIFOLIACEAE	*Ilex cooki*	---
	Ilex sintenisii	---
JUNGLANDACEAE	*Junglans jamaicensis*	Nogal
ERICACEAE	*Lyonia truncata*	---
	Gonocalyx concolor	---
ICACINACEAE	*Ottoschulzia rhodoxylon*	palo de rosa
PIPERACEAE	*Peperomia wheeleri*	---
CANNELACEAE	*Pleodendrum macranthum*	Chupacallos
OLACACEAE	*Schoepfia arenaria*	---
STYRACEAE	*Styrax portorricensis*	palo de jazmín
THEACEAE	*Ternstroemialuquillensis*	palo colorado
	Ternstroemia subsessilis	---
MEUACEAE	*Trichilia triacantha*	Bariaco

Fuente: http://www.coquipr.com/planta.php

3.8.2 FAUNA

La fauna de Puerto Rico, al igual que en otras islas, exhibe niveles altos de endemismo y baja biodiversidad. La llegada de los europeos hace más de 500 años tuvo un impacto significativo en la fauna local. Muchas especies fueron introducidas a la Isla. La caza, destrucción del hábitat, y la introducción de especies extranjeras condujeron a extinciones de los mamíferos nativos.

La fauna silvestre vertebrada de Puerto Rico se divide en 5 grandes grupos: mamíferos, aves, anfibios, reptiles y peces. A continuación se describen estos grupos.

3.8.2.1 MAMÍFEROS

La fauna mamífera terrestre nativa actual de Puerto Rico se compone solamente de 13 especies de murciélagos. Los murciélagos en la Isla pertenecen a cinco familias, Noctilionidae, Mormoopidae, Phyllostomidae, Vespertilionidae, y Molossidae. De las 13 especies que se encuentran en la Isla, seis subespecies son endémicas del archipiélago. Siete de las 13 especies son insectívoras, cuatro se pueden considerar los frutívoras, uno se alimenta de néctar y las otras de peces. El total de la especie es un número relativamente bajo con respecto a las otras Antillas Mayores. Algunas de las especies de murciélagos que hay en el archipiélago de Puerto Rico son: el murciélago pescador (*Noctilio leporinus*), murciélago barbicacho (*Mormoops blainvillii*), murciélago bigotudo mayor (*Pteronotus parnellii*), murciélago bigotudo menor (*Pteronotus quadridens*), el murciélago frutívoro jamaicano (*Artibeus jamaicensis*) y el murciélago hocico de cerdo (*Brachyphylla cavernarum*).

El grupo de mamíferos marinos está representado en la Isla por ballenas, manatíes y delfines. La ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*) al igual que el cachalote (*Physeter catodon*) ha sido avistados en las aguas del norte y noreste de la Isla durante los meses de invierno. También el manatí (*Trichechus manatus*) es muy común en las aguas llanas de la Isla, principalmente en las desembocaduras de los ríos y las zonas estuarinas. En las aguas territoriales de la Isla se han observado aproximadamente 17 especies de delfines, siendo las más comunes el delfín moteado (*Stenella frontalis*), delfín hilador (*Stenella longirostris*), delfín azul y blanco (*Stenella coeruloealba*) y el delfín común (*Delphinus delphis*).

Otras especies de mamíferos domésticos han sido introducidos a la Isla, entre estos están gatos (*Felis silvestris catus*), cabras (*Cabra hircus*), mangostas (*Herpestes auropunctatus*), cerdos (*Sus scrofa)* y monos (*Macaca mulatta* y *Erythrocebus patas*). Otras especies tales como ratas negras (*Rattus rattus*), ratas de Noruega (*Rattus norvegicus*) y ratones de la casa (*Mus* sp.) se han introducido a través de los cargamentos que llegaban a la Isla.

3.8.2.2 AVES

Este es el grupo con mayor representación en la Isla. La avifauna de Puerto Rico se estima en aproximadamente 350 especies. De éstas, 17 son especies endémicas, 96 son especies residentes, 163 son especies migratorias y 36 son especies exóticas introducidas. Algunas de las especies endémicas de Puerto Rico son: Carpintero de Puerto Rico (*Melanerpes portoricensis*), Comeñame de Puerto Rico (*Loxigilla portoricensis*), Cotorra de Puerto Rico (*Amazona vittata*), Guabairo pequeño de Puerto Rico (*Caprimulgus noctitherus*), Mariquita (*Agelaius xanthomus*) y el Múcaro de Puerto Rico (*Megascops nudipes*). También, la avifauna cuenta con 13 subespecies endémicas, algunas de las cuales son: Calandria (*Icterus dominicensis portoricensis*), Clérigo (*Tyrannus caudifasciatus taylori*), Guaraguao de bosque (*Buteo platypterus brunnescens*) y el Falcón de Sierra (*Accipiter striatus venator*).

3.8.2.3 ANFIBIOS

En Puerto Rico habitan 24 especies de anfibios del orden Anura, pertenecientes a cuatro familias (Bufonidae, Hylidae, Ranidae y Leptodactylidae). De este total, 18 son nativas y 6 son introducidas. En la familia Bufonidae (sapos) se identifican dos especies: una especie nativa y endémica, el sapo concho (*Bufo lemur)* y una especie introducida, el sapo común (*B. marinus).* La familia Hylidae está representada por la rana verde (*Hyla cinerea*), la rana platanera *(Osteopilus septentrionales)* y *Scinax rubra*. La familia Ranidae tiene la especie introducida

Rana catesbeiana o rana toro. Y la familia Leptodactylidae está representada por la ranita de labio blanco (*Leptodactylus albilabris)* y 17 especies del género *Eleutherodactylu*s (*E. monensis, E. cooki, E. antillensis, E. coqui, E. portoricensis, E. locustus, E. richmondi, E. unicolor, E. wighmanae, E. hedricki, E. gryllus, E. cochranae, E. brittoni, E. eneidae, E. karischmidti, E. juanariveroi, E. jasperi*).

La situación de los anfibios en Puerto Rico es crítica ya que aproximadamente el 77% de los anfibios nativos confrontan problemas de supervivencia. Del total de especies de anfibios nativos de Puerto Rico, se estima que el 16.6% están ya extintas, el 16.7% confrontan serios problemas de supervivencia, el 16.7% son especies vulnerables el 28% son poblaciones cuyas especies están declinando y sólo el 22% de las especies aparentan tener una población estable.

3.8.2.4 REPTILES

El número de especies de reptiles que habitan en Puerto Rico es de 55, de las cuales 51 nativas y 4 exóticas. Las 55 especies están divididas de la siguiente manera: siete de tortugas, 34 de lagartos, 4 de anfisbénidos, 10 de culebras y una de cocodrilo.

En nuestra Isla se conocen siete especies de tortugas: dos de agua dulce y cinco tortugas marinas. Las tortugas de agua dulce que habitan en nuestra Isla son: la única tortuga de agua dulce nativa, la jicotea puertorriqueña (*Trachemys s. stejnegeri*) y la especie exótica, tortuga de oreja roja (*Trachemys scripta elegans*). De las especies de tortugas marinas se conocen, el peje blanco o tortuga verde (*Chelonia mydas*), el carey de concha (*Eretmochelys imbricata*), el tinglar (*Dermochelys coriacea*), la cabezona (*Caretta caretta*) y la lora (*Lepidochelys olivacea*). En Puerto Rico las 34 especies de lagartos están representadas en seis familias: Gekkonidae, Teiidae, Scincidae, Anguinidae, Iguanidae, Amphisbaenidae. En la familia Iguanidae se encuentra uno de los géneros con mayor representación de especies en la Isla, el género *Anolis*. Este género se encuentra distribuido en el Caribe Insular e incluye unas 400 especies de las cuales 13 se

encuentran en Puerto Rico. Algunas de estas especies son: lagartijo jardinero (*A. pulchellus*), lagartijo común (*A. cristatellus*), lagartijo verde (*A. evermanni*), lagartijo manchado (*A. stratulus*) y lagartijo del bosque seco (*A. cooki*).

Algunas especies de reptiles que han sido introducidos a la Isla son: la iguana cubana (*Cyclura nubila*), la gallina de palo (*Iguana iguana*) y el caimán (*Caiman cocodrilos*). En Puerto Rico, aun no se sabe con certeza cuales son los efectos de estas especies exóticas sobre la fauna y la flora nativa.

3.8.2.5 PECES

Este grupo está dividido en peces de agua dulce y peces de agua salada. La gran mayoría de los peces que se encuentran en las aguas territoriales de la Isla son peces de agua salada. En Puerto Rico, se han identificado más de 50 familias y 145 especies de peces marinos. Estas especies están asociadas a las zonas estuarinas en algún momento de su ciclo de vida. Además de los peces de agua salada, la mayoría de las especies de peces nativas de los ríos de la Isla migran entre el mar y las zonas en los ríos donde se encuentran para completar su ciclo de vida. Algunas de estas especies son: anguila (*Anguilla rostrata*), dajao (*Agonostomus monticola*), papiro (*Dormitator maculatus*), lisa morón (*Joturus pichardi*), morón (*Eleotris pisonis*), guavina (*Gobiomorus dormitor*) y la guavina morón (*Guavina guavina*).

3.9 RECURSOS ARQUEOLÓGICOS Y CULTURALES

En Puerto Rico, la distribución espacial de los yacimientos arqueológicos y propiedades históricas tiende a concentrarse en áreas llanas, no inundables cercanas a fuentes de agua. Existe evidencia arqueológica que indica que la isla de Puerto Rico ha sido constantemente habitada desde aproximadamente el año 4,000 AC hasta el presente. Los asentamientos precolombinos se encuentran con frecuencia en áreas llanas, tanto en los valles costaneros como en la zona montañosa. Los asentamientos históricos fueron levantados por los colonizadores en áreas propicias para la agricultura, por lo que es común encontrar yacimientos multicomponentes (que contienen restos culturales de más de una asociación cultural) a través de la isla.

3.9.1 RECURSOS HISTÓRICOS

La llegada de los europeos en el 1493 marca una nueva etapa en términos del record arqueológico Puertorriqueño. Los recursos culturales asociados a este periodo incluyen estancias, haciendas, centros urbanos tradicionales, estructuras religiosas, estructuras públicas, estructuras militares, estructuras residenciales, etc. Según los paramentos establecidos por el Secretario del Interior de los Estados Unidos, cualquier estructura que tenga más de 50 años de existencia podría cualificar como propiedad histórica.

3.10 USOS DEL TERRENO

El inventario de uso de terrenos más reciente disponible en Puerto Rico fue preparado por el Servicio Forestal de los Estados Unidos (USFS, por sus siglas en inglés) en 1991 (ver la Figura 3.7-1). Este inventario de uso de terrenos se resume en la Tabla 3.10-1. Aunque los bosques y zonas agrícolas constituyen el 47.5 % de todos los usos de terrenos en la Isla (aproximadamente 980,000 cuerdas), las zonas urbanas incluyendo las carreteras, continúan aumentando en perjuicio de los otros usos. Recientemente, datos no publicados del Instituto de Dasonomía Tropical (Lugo, 2002) indican aumentos en las zonas de bosques, pero principalmente debido al abandono de fincas agrícolas que culminan en bosques secundarios o terciarios.

Tabla 3.10-1: Uso de terrenos en Puerto Rico

Categoría	Área (cuerdas)
Bosques y arbustos (secos y secos/húmedos)	111,658
Bosques y arbustos (húmedos y húmedos/muy húmedos)	467,543
Bosques (muy húmedos, lluvioso, bajo montañoso-lluvioso/muy húmedos)	404,715
Bosques-inundados	18,209
Matorrales y arbustos enanos (inundados por la marea)	52
Humedales emergentes (pasto inundable intermitentemente)	5,798
Llanos de sal y lodo	533
Pasto/grama	321,011
Agricultura/heno/pasto	51,607
Urbano y sin cubierta vegetal	91,799

Categoría	Área (cuerdas)
Arena y roca	2,422
Canteras y minas de sal	249
Cuerpos de Agua	6,348

Fuente: USDA, 2002.

En la Tabla 3.10-2 se mencionan los proyectos de infraestructura con la clasificación según lo establece el Plan de Uso de Terrenos de la JP.

Tabla 3.10-2: Proyectos de infraestructura con la clasificación según lo establece el Plan de Uso de Terrenos de la JP

Municipio	Sistema de Relleno Sanitario (SRS) con Posibilidad de Expansión	Clasificación de Suelo
Cabo Rojo	Propuesta Expansión SRS	Se encuentra ubicado en un Área de Planificación Especial (APE), que significa que existe un plan de manejo especial, el cual condiciona el tipo de desarrollo que se puede dar en el área.
Fajardo	Propuesta Expansión SRS	Los terrenos están clasificados como Suelos Rústico Especialmente Protegido (SREP).
Humacao	Propuesta Expansión SRS	Los terrenos están clasificados como Suelo Rústico Común

Municipio	Sistema de Relleno Sanitario (SRS) con Posibilidad de Expansión	Clasificación de Suelo
		(SRC).
Juncos	Propuesta Expansión SRS	Los terrenos están clasificados como Suelos Rústico Especialmente Protegido (SREP).
Peñuelas	SRS Nueva Creación	Los terrenos están clasificados como Suelos Rústico Especialmente Protegido (SREP).
Ponce	Propuesta Expansión SRS	Los terrenos están clasificados como Suelo Urbano.
Salinas	Propuesta Expansión SRS	Se encuentra ubicado en un Área de Planificación Especial (APE), que significa que existe un plan de manejo especial, el cual condiciona el tipo de desarrollo que se puede dar en el área.
Yauco	Propuesta Expansión SRS	Los terrenos están clasificados como Suelos Rústico Especialmente Protegido (SREP).

3.11 ZONIFICACIÓN

La Junta de Planificación (JP) está facultada por ley (Ley Núm. 75, Ley Orgánica de la JP) para zonificar los terrenos en Puerto Rico. A continuación se mencionan las calificaciones de la JP para los terrenos a ser utilizados en proyectos de infraestructura de residuos sólidos.

- Distrito industrial liviano (IL): este distrito se establece para clasificar áreas para el establecimiento de industrias livianas. Las estaciones de trasbordo, las plantas de composta y las instalaciones de recuperación de materiales reciclables (MRF) caen bajo esta zonificación.
- Distrito industrial pesado (IP): este distrito se establece para clasificar áreas industriales pesadas. La determinación de la extensión de terrenos para industrias pesadas estará basada en:
    - las potencialidades del área para el desarrollo de este tipo de industria,
    - la dirección de los vientos,
    - los efectos de las industrias pesadas sobre el aire y el agua
    - otros efectos tales como olores, ruidos, vibraciones y reflejos de luces;
    - las implicaciones del transito generado por estas industrias en el sistema de transportación;
    - la organización del uso de los terrenos.

  Las expansiones laterales a SRS, los SRS y las plantas de conversión de residuos sólidos a energía caen bajo esta zonificación.

3.11.1 PLAN DE ORDENACIÓN TERRITORIAL

La Ley de Municipios Autónomos, Ley Núm. 81 del 30 de agosto de 1991, según enmendada, autoriza a los municipios a adoptar Planes de Ordenación Territorial (POT). Los planes de ordenación atienden los diferentes aspectos de la ordenación del territorio municipal. Los mismos tienen como propósito proteger nuestros suelos, promover el uso balanceado, provechoso y eficaz de los mismos, así como propiciar el desarrollo cabal de los municipios.

La ADS notifica a los municipios la infraestructura propuesta para su región o área para ser incorporadas en su plan territorial antes de ser aprobado, y se les informa sobre las leyes y reglamentos aplicables al desarrollo de los proyectos. En la Tabla 3.11.1-1 se menciona el municipio donde ubican los proyectos de infraestructura con Planes de Ordenamiento Territorial (POT) aprobados por JP.

Tabla 3.11.1-1: Municipio donde ubican proyectos de infraestructura con Planes de Ordenamiento Territorial aprobados por la JP

Municipio	Proyecto	POT
Aguadilla	SRS/ET propuesta	Aprobado
Cabo Rojo	SRS en operación	Aprobado
Caguas	ET existente	Aprobado
Carolina	SRS en operación/IRM	Aprobado
Cidra	Mini-ET en operación	Aprobado
Guaynabo	IRM en operación	Aprobado
Humacao	SRS en operación	Aprobado
Lares	Mini-ET en operación	Aprobado
Morovis	Mini-ET en operación	Aprobado
San Juan	ET en operación	Aprobado
San Germán	Mini-ET en operación	Aprobado
San Sebastián	Mini-ET en operación	Aprobado
Villalba	Mini-ET no está operando	Aprobado
Ponce	SRS en operación	Aprobado
Jayuya	Mini-ET sin operar	Aprobado
Vega Baja	SRS en operación	Aprobado

3.11.2 PLAN DE USOS DE TERRENOS

El 3 de octubre de 2004, se aprobó la Ley Núm. 550 conocida como Ley del Plan de Uso de Terrenos del Estado Libre Asociado de Puerto Rico. La Ley del Plan de Uso de Terrenos ordena la preparación de un Plan de Uso de Terrenos para toda la Isla. Esta Ley establece como política pública la elaboración de un plan de uso de terrenos que sea el instrumento principal en la planificación de manera que propicie el desarrollo sustentable de nuestro País y el aprovechamiento apropiado de los terrenos, basado en un enfoque integral, en la justicia social y en la más amplia participación de todos los sectores de la sociedad.

El Plan de Usos de Terreno de Puerto Rico (PUTPR) se formula y adopta con el propósito de lograr diversas funciones y aspiraciones sociales, de entre las cuales figuran las siguientes políticas públicas:

- guiar el desarrollo ordenado del País, armonizando las aspiraciones colectivas y considerando las condiciones y necesidades ambientales, sociales y económicas que inciden sobre su futuro,
- clasificar los terrenos a base de sus características geográficas y capacidad de los suelos con el fin de aprovechar juiciosamente los recursos naturales,
- dirigir el crecimiento urbano mediante el uso y aprovechamiento de los suelos aptos para actividades tales como vivienda, comercio, industria y recreación,
- clasificar los terrenos conforme a la capacidad de los suelos, necesidad de crecimiento urbano, y preservación de terrenos agrícolas y,
- facilitar, mediante el establecimiento de una visión y objetivos a largo plazo, la asignación estratégica de recursos o inversión para proyectos del sector público y privado que estimulen el desarrollo integral del País.

La JP al elaborar sus Planes Regionales entre los años 1995 al 2000, divide a Puerto Rico en las 7 regiones mencionadas en la Tabla 3.11.2-1.

Tabla 3.11.2-1: Regiones de Puerto Rico

Región	Municipio
Región Norte	Arecibo, Barceloneta, Camuy, Florida, Hatillo, Manatí, Quebradillas
Región Metropolitana	Bayamón, Canóvanas, Carolina, Cataño, Dorado, Guaynabo, Loíza, San Juan, Toa Alta, Toa Baja, Trujillo Alto, Vega Alta, Vega Baja
Región Este	Ceiba, Culebra, Fajardo, Humacao, Juncos, Las Piedras, Luquillo, Maunabo, Naguabo, Patillas, Río Grande, Vieques, Yabucoa
Región Central-Este	Aguas Buenas, Aibonito, Caguas, Cayey, Cidra, Gurabo, San Lorenzo
Región Sur	Arroyo, Coamo, Guayanilla, Guayama, Juana Díaz, Peñuelas, Ponce, Salinas, Santa Isabel, Yauco
Región Central	Adjuntas, Barranquitas, Ciales, Comerío, Corozal, Jayuya, Lares, Las Marías, Maricao, Morovis, Naranjito, Orocovis, San Sebastián, Utuado, Villalba
Región Oeste	Aguada, Aguadilla, Añasco, Cabo Rojo, Guánica, Hormigueros, Isabela, Lajas, Mayagüez, Moca, Rincón, Sabana Grande, San Germán

La Tabla 3.11.2-2 incluye algunos datos sobre el uso actual del suelo en Puerto Rico seguido de varios hallazgos sobre el particular.

Tabla 3.11.2-2: Uso actual del suelo en Puerto Rico

Uso del Suelo	# Cuerdas	% del Total de Puerto Rico	% del Total de la Categoría
Suelo Construido	**296,910**	**13**	
Urbano	204,984	9	69
Rural	91,926	4	31
Suelo Construido en Áreas de Mayor Riesgo	**16,004**	**0.70**	
	5,438	0.24	34
Inundación	463	0.02	3
Deslizamientos	9,346	0.41	58
Licuación	758	0.03	5
Contaminadas			
Áreas de Valor Natural	**701,992**	**31**	
Protegidas	238,149	10	34
Sin Protección	463,843	20	66
Áreas de Valor Agrícola	**1,042,975**	**46**	
Protegidas	86,083	4	8
Sin Protección	979,398	43	92
Total Áreas Sujetas a Riesgo	**94,581**	**4**	
Inundación	21,910	0.96	23
Deslizamientos	17,729	0.78	19
Licuación	52,305	2.30	55
Contaminadas	2,637	0.12	3

3.12 INFRAESTRUCTURA

La infraestructura es vital para el desarrollo social y económico y para garantizar el crecimiento de la capacidad productiva de los países. En este sentido Puerto Rico es afortunado ya que cuenta con uno de los sistemas de infraestructura más desarrollados de América Latina. Sin embargo, la situación actual de la infraestructura en Puerto Rico requiere de atención en casi todos los renglones como es el caso del sistema de agua y alcantarillado, los sistemas de transportación y la disposición de los residuos sólidos. En esta sección se discute la infraestructura existente en Puerto Rico, la cual incluye aeropuertos, líneas eléctricas, acueductos, alcantarillados, carreteras y tránsito y residuos sólidos.

3.12.1 AEROPUERTOS

Puerto Rico cuenta con trece instalaciones de aeropuertos, incluyendo uno de nivel internacional. Los cuatro principales aeropuertos utilizados por las aerolíneas comerciales están localizados en Carolina, Aguadilla, Ponce y Mayagüez, según se indica en la Tabla 3.12.1-1. Hay siete aeropuertos regionales que son bastante utilizados, entre ellos el de Aguadilla, Culebra, Fajardo, Mayagüez y Ponce. El Aeropuerto Internacional Luís Muñoz Marín está localizado en Carolina, en el área Metropolitana San Juan y es el de mayor importancia.

Ninguno de los proyectos propuestos en el Itinerario Dinámico se encuentra dentro de un radio de 10,000 pies de distancia de los aeropuertos de Puerto Rico.

Tabla 3.12.1-1: Aeropuertos en Puerto Rico

Aeropuerto	Localización
Internacional Luís Muñoz Marín	San Juan
Isla Grande	San Juan
Adjuntas	Adjuntas
Aguadilla	Aguadilla
Arecibo	Arecibo
Punta Guilarte	Arroyo
Culebra	Culebra
Fajardo	Fajardo
Humacao	Humacao
Mayagüez	Mayagüez
Patillas	Patillas
Mercedita	Ponce
Vieques	Vieques

3.12.2 SISTEMA DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Puerto Rico es una Isla con un sistema eléctrico aislado y que no cuenta con reservas de combustibles fósiles con una capacidad mayor de treinta (30) días de operación. Por otro lado, al presente no existe un inventario apropiado de la capacidad de los recursos renovables que pueden utilizarse ordenadamente para la producción de energía eléctrica. Estos factores impactan negativamente el precio de la electricidad y limitan la integración de alternativas de energía renovable.

La Autoridad de Energía Eléctrica (AEE) provee servicio eléctrico a más de 1.4 millones de clientes. El servicio se provee a través de un sistema eléctrico integrado por instalaciones de generación, transmisión y distribución que hacen accesible el servicio a través de toda la Isla. Las centrales de generación de potencia eléctrica tienen una capacidad total de 5,363.4 MW. La Tabla 3.12.2-1 resume la composición del sistema de generación de potencia. Las plantas de conversión de residuos sólidos a energía aportarán al sistema de generación de electricidad de la AEE.

Tabla 3.12.2-1: Sistema de generación eléctrica

Central Descripción/Nombre	Cantidad de Unidades por Tipo de Central	Tipo de Combustible	Capacidad Máxima (MW)
Sistema de Vapor:	16	Petróleo (Residual # 6)	2,992
Aguirre			
Costa Sur			
Palo Seco			
San Juan			
Ciclo Combinado/ Aguirre	2	Petróleo (Destilado Liviano # 2)	592
Turbinas de Gas Pequeñas	22	Petróleo (Destilado Liviano # 2)	462
Turbinas de Gas-Cambalache	3	Petróleo (Destilado Liviano # 2)	247.5
Unidades Resguardo-Diesel	5	Petróleo (Destilado Liviano # 2)	8.8

Central Descripción/Nombre	Cantidad de Unidades por Tipo de Central	Tipo de Combustible	Capacidad Máxima (MW)
Hidroeléctrica	21	Renovable-Agua	99.8
Cogeneradores:			
Eco Eléctrica/Peñuelas	3	Gas Natural	507
AES/Guayama	2	Carbón	454.3
Total	**74**		**5,363.4**

Fuente: AEE, 2007.

El sistema eléctrico de Puerto Rico está estratégicamente distribuido en 7 regiones operacionales. Estas regiones son: Arecibo, Bayamón, Caguas, Carolina, Mayagüez, Ponce y San Juan. El sistema de transmisión y distribución se compone de 331 millas de líneas a 230 kV, 675 millas de líneas a 115 kV, 1,335 millas de líneas a 38 kV y 30,267 millas de alimentadores de distribución. Un total de 323 subestaciones operan en este sistema, 278 de éstas a 38 kV y 45 a 115 kV. La capacidad total de las subestaciones a 38 kV es 3,133.86 MVA y de las subestaciones a 115 kV 1,379.30 MVA. Además, las plantas de conversión de residuos sólidos a energía aportarán a la generación de electricidad, diversificando las fuentes mediante el uso de recursos locales.

3.12.3 INSTALACIONES DE ACUEDUCTOS

De acuerdo al Plan Integral de Recursos de Agua del DRNA, la producción de agua potable fue de 628 millones de galones por día (mgd) en el año 2004. Se estimó que esta cantidad aumente a 679 mgd para el año 2025. Dicha demanda es generada por más de un millón de abonados, de los cuales el sector residencial constituye el 91% del total mientras que el resto de los usuarios son las industrias, el comercio y el gobierno.

Las Áreas Operativas que sirven a Puerto Rico son las siguientes: Aguadilla, Arecibo, Caguas, Cayey, Coamo, Fajardo, Guayama, Humacao, Manatí, Mayagüez, Ponce, Toa Alta, Toa Baja, San German y Yauco.

La infraestructura de la AAA para agua potable consta de 130 plantas de filtración, 318 pozos, 12 sistemas superficiales, y una red de más de 16,000 kilómetros de cañería de distribución de agua. La extracción y el uso del agua total para Puerto Rico es de 881.95 MGD desglosándose como sigue: Los sectores residencial, institucional y comercial tienen un uso de agua 530.32 MDG que se traduce en 60.1%, la industria 34.94 MGD que se traducen en 4%, agricultura usa 100.28 MGD que se traduce en un 11.4%, hidroelectricidad usa 216.42 MGD que se traduce en un 24.5%. Se puede apreciar que el uso del agua superficial es preponderante en PRASA como en la isla en conjunto.

Los proyectos propuestos en este Itinerario Dinámico requerirán del recurso agua para su construcción, operación y mantenimiento. En la medida en que sea posible se reutilizará el agua para reducir su demanda.

3.12.4 INSTALACIONES DE ALCANTARILLADO

La infraestructura del sistema de alcantarillado de la AAA consta de 64 plantas de tratamiento de aguas residuales, las cuales reciben en promedio cerca de 240 MGD. El 80% ciento de la carga de aguas residuales es tratado por plantas cuya capacidad es mayor de 3 mgd, mientras que el 20% restante es servido por plantas de 3 mgd o menos. Existen un total de 64 Plantas de Alcantarillado Sanitario (PAS), las cuales conforman 12 sistemas regionales: Aguada, Arecibo, Barceloneta, Bayamón, Camuy, Carolina, Guayama, Humacao, Ponce, Puerto Nuevo, Santa Isabel y Mayagüez. Las 52 PAS restantes revisten el carácter de municipal o local. Para cumplir con la meta de regionalización y optimización del sistema, la AAA evaluó la regionalización de

los sistemas donde fuera posible, junto con la expansión del servicio. Como consecuencia se generan cinco nuevos sistemas regionales (Caguas, Dorado, Fajardo, Guayanilla y Vega Baja). El servicio de alcantarillado sirve solo el 50% del total de la población, mayormente en las áreas urbanas.

Los proyectos propuestos en este Itinerario Dinámico generarán descargas al sistema de alcantarillado. Se espera que el reuso y tratamiento de dichas aguas reduzcan en gran medida estas descargas.

3.12.5 CARRETERAS Y TRÁNSITO

Existen en Puerto Rico alrededor de 24,431 kilómetros de carreteras y 250 millas (400 Km.) de autopista, de los cuales 22,976 kilómetros están pavimentados. Modernas autopistas conectan a las ciudades y pueblos a lo largo de la costa y el interior de la Isla. La Autoridad de Carreteras divide las carreteras principales en tres (3) grupos: expresos y autopistas, otras vías, y rutas panorámicas.

Tomando en cuenta toda la Isla, el promedio de flujo vehicular para expresos y autopistas es 78,949 AADT, en las otras vías es 30,509 AADT, y en las rutas panorámicas es 12,262 AADT. El flujo mayor en expresos y autopistas ocurre en el área norte y el menor en el área sur. El flujo mayor en otras vías ocurre en el área norte y el menor en el área oeste. El flujo mayor en las rutas panorámicas ocurre en el área este y el menor en el área oeste. El establecimiento de los proyectos propuestos supone un aumento en el flujo vehicular de equipo pesado y camiones en las áreas identificadas.

3.12.6 RESIDUOS SÓLIDOS

El sistema de infraestructura existente para el manejo de los residuos sólidos consiste de nueve (9) instalaciones para la recuperación de materiales reciclables (IRM), cuatro (4) plantas de procesamiento de material vegetal (composta), diecisiete (17) estaciones de trasbordo y treinta y dos (32) sistemas de relleno sanitario (SRS).

3.13 NIVELES DE RUIDO

La contaminación por ruidos en el medio ambiente es una de las problemáticas ambientales en nuestra Isla de las cuales se conoce poco sobre la magnitud de intromisión y efectos en nuestro ambiente y calidad de vida. Puerto Rico no cuenta con los estudios o estadísticas que permitan estimar el por ciento de la población que está expuesta a niveles de ruido ambiental que pudieran ser considerados como perjudiciales a la salud y detrimentales para la calidad de vida. De igual manera, no contamos con estudios sobre los efectos del ruido ambiental en la fauna local y la degradación de su hábitat. Esta información es esencial para la evaluación del estado del ambiente sonoro de nuestra Isla y el desarrollo de la política pública ambiental del País al respecto de esta problemática.

La JCA por medio del Reglamento para el Control de la Contaminación por Ruido (RCCR), establece los niveles de ruido mínimos aceptables. Los niveles de ruido aceptables no pueden exceder los estándares establecidos en el RCCR. Los estándares de ruido para lecturas tomadas en un tiempo mínimo de media (1/2) hora se presentan en la Tabla 3.13-1.

Tabla 3.13-1: Límite en decibeles (dB(A)) para los niveles de ruido en Puerto Rico

Fuente Emisora	Zonas Receptoras							
	Zona I (Residencial)		Zona II (Comercial)		Zona III (Industrial)		Zona IV (Tranquilidad)	
	Diurno	Nocturno	Diurno	Nocturno	Diurno	Nocturno	Diurno	Nocturno
Zona I (Residencial)	60	50	65	55	70	60	50	45
Zona II (Comercial)	65	50	70	60	75	65	50	45
Zona III (Industrial)	65	50	70	65	75	75	50	45

Fuente: Reglamento para el Control de la Contaminación por Ruido. JCA, 1981.

La JCA ha analizado datos de 57 estaciones. Los niveles promedios observados en las estaciones, reflejaron que durante el periodo diurno (7:00 a.m. a 10:00 p.m.), la mayoría de las estaciones tuvieron niveles de ruido ambiental que fluctuaron en los 65dB(A). Este estándar de 65dB(A) es aceptable para zonas comerciales e industriales.

No se espera que los proyectos propuestos generen altos niveles de ruido. Estos en su mayoría contarán con áreas de amortiguamiento para mitigar estas emisiones.

3.14 ANÁLISIS SOCIOECONÓMICO Y DE JUSTICIA AMBIENTAL

El análisis socioeconómico realizado (ver Apéndice II) evaluó tres grupos de datos, los cuales agrupan indicadores económicos, sociales y de vivienda. Las variables utilizadas permitieron establecer un perfil socioeconómico de los municipios. Los datos se utilizaron para medir la posición socioeconómica que poseen los municipios impactados con respecto a sus pares regionales. Los datos reflejan que al menos el 77% de las observaciones, para los municipios impactados o que tienen proyectos de infraestructura de residuos sólidos, se encuentran en las primeras tres cuartilas. La cuartila es una operación estadística que divide un grupo de datos en cuatro sub-grupos similares, o de forma simétrica.

Los indicadores económicos evaluados fueron: ingreso per cápita, ingreso mediano del hogar, nivel de pobreza, asistencia pública, seguro social y desempleo. En el análisis de los indicadores económicos se reflejó que el 43% de las observaciones se encuentran en las primeras dos cuartilas (1 y 2). También se evaluaron los indicadores sociales. Estos indicadores fueron: el nivel de escolaridad, la cantidad de personas graduadas de 7mo grado o más, nivel de alfabetismo y población. En el análisis de los indicadores sociales se reflejó que el 44% de las observaciones se encuentran en las primeras dos cuartilas (1 y 2). Por último, se evaluaron los siguientes indicadores de vivienda: incidencia de vivienda propia vs. alquilada, valor mediano de la vivienda, vivienda con instalaciones de cocina y plomería y cantidad de viviendas en condiciones adecuadas. En el análisis de los indicadores de viviendas se reflejó que el 64% de las observaciones se encuentran en las primeras dos cuartilas (1 y 2).

Este análisis demuestra que los municipios impactados poseen una condición socioeconómica similar o superior al promedio de sus pares regionales. Por lo tanto, evidencian que no se está afectando de forma desproporcionada a comunidades socioeconómicamente desventajadas.

4. IMPACTOS AMBIENTALES Y SU MITIGACIÓN

En este capítulo se examinan y evalúan los impactos ambientales potenciales a corto y largo plazo asociados con los proyectos de infraestructura de residuos sólidos propuestos en el Itinerario Dinámico. También se discuten las medidas de mitigación y protección ambiental de los sistemas naturales en Puerto Rico. Sin embargo, esta DIA-E es de carácter programática por lo que los impactos ambientales para cada lugar en específico se evaluarán en la Declaración de Impacto Ambiental Preliminar (DIA-P) a ser preparada para cada proyecto[4].

En general se puede resaltar que, basado en la evaluación hecha en esta DIA-E, el Itinerario Dinámico tendrá un impacto positivo en Puerto Rico, ya que proveerá la infraestructura para el manejo y disposición adecuado de los residuos sólidos por los próximos 25 años. Algunas de las instalaciones para el manejo de los residuos sólidos serán desarrolladas, hasta donde sea posible, en lugares ya impactados por instalaciones existentes, por lo que se espera que los impactos potenciales asociados con su construcción y operación sean mínimos.

[4] Responde a comentario del Departamento de Agricultura en comunicación del 11 de febrero de 2008

4.1 SALUD PÚBLICA

En general, los impactos potenciales de los proyectos de infraestructura de residuos sólidos asociados a la salud pública son los siguientes: proliferación de vectores; fuego, ruidos y malos olores. A continuación se mencionan los impactos a la salud pública asociados a los siguientes proyectos:

Sistemas de Relleno Sanitario

En los SRS, además de los posibles impactos previamente mencionados, existe el potencial de conntaminación de aguas subterráneas. Para mitigar estos impactos, los operadores de SRS cuentan con planes operacionales que establecen las prácticas adecuadas para su operación y prevención de riesgos. Entre estas prácticas, se encuentra compactar y cubrir diariamente los residuos para controlar malos olores, vectores y fuegos, y establecer zonas de amortiguamiento para reducir los niveles de ruido. Este plan debe ser aprobado por la JCA.

Estaciones de Trasbordo

Los problemas de salud pública relacionados con la construcción y operación de ETs, incluyen: proliferación de vectores, ruidos y olores. Para mitigar estos impactos, los operadores de ET cuentan con planes operacionales que establecen las prácticas adecuadas para su operación y prevención de riesgos. Entre estas prácticas se incluye el procesamiento rápido de los residuos recibidos para su transportación al sitio de disposición; buenos hábitos de limpieza, incluyendo el lavado de equipos y del piso de depósito de residuos; la remoción de residuos de la basura; aislamiento; barreras y amortiguadores y la construcción de instalaciones cerradas.

Instalaciones para la Recuperación de Materiales Reciclables

La recuperación de materiales reciclables tendrá un impacto positivo a la salud pública, ya que evitará que estos materiales lleguen a los SRS. La presencia de camiones de recolección dentro y fuera de los MRFs y la maquinaria pueden generar ruido. Los niveles de ruido podrían minimizarse restringiendo la recolección a horas diurnas y efectuando las operaciones dentro de las instalaciones.

Plantas de Conversión de Residuos Sólidos a Energía

El principal impacto potencial a la salud pública que pudieran tener las plantas de conversión de residuos sólidos a energía son las emisiones al aire. Los sistemas modernos de control de calidad de aire son muy superiores a los antiguos. Las nuevas tecnologías de control de emisiones han alcanzado un nivel de sofisticación tal que permite el cumplimiento con las normas establecidas por la EPA reduciendo de esta manera el riesgo a la salud pública. Estas normas de emisión establecen límites rigurosos para las plantas de conversión de residuos sólidos a energía.

Otros impactos potenciales relacionados con la operación de las instalaciones son la proliferación de vectores, malos olores, ruido y fuego. El uso de un espacio adecuado para recibir y almacenar los residuos, impide el acceso de los vectores al resto de la instalación. El buen manejo del piso de descarga reducirá la proliferación de vectores y minimizará los malos olores. Periódicamente pueden también usarse tratamientos profesionales para el control de plagas. Para atender situaciones de emergencia se cumplirá con los códigos estatales y federales establecidos.

Instalaciones para Desechos de Jardinería

Los desechos de jardinería a ser tríturados y convertidos en composta podrían contener residuos de fertilizantes, pesticidas, yerbicidas o patógenos. Se tomarán y analizarán periódicamente

muestras para el monitoreo de estos materiales. Se implantarán las normas específicas de tiempo-temperatura para el control de los patógenos en sistemas de composta según sea requerido por la EPA.

4.2 CALIDAD DEL AIRE

Sistemas de Relleno Sanitario

Los posibles impactos a la calidad de aire en SRS están relacionados a: polvos fugitivos, malos olores, generación de gases y emisiones de vehículo y equipo pesado. El polvo fugitivo se produce por el movimiento de tierras (excavaciones, colocación de cubiertas, etc.); por el vaciado, el regado y la compactacion de los residuos sólidos municipales y el tránsito vehicular en los caminos de acesso. El polvo se controla mediante el rocio de agua.

Para el control de gases se utilizan métodos elaborados de recolección y tratamiento para disminuir los olores, según lo requiere la reglamentación para el manejo de los residuos sólidos. Las emsiones de sustancias malolientes de las áreas de disposición también se pueden reducir con las siguientes prácticas: consideración de la dirección del viento; utilización de una cubierta diaria adecuada; y compactación diaria de los residuos sólidos. Las barreras contra el viento y las zonas de amortiguamiento adecuadas evitan que el viento lleve los olores a áreas adyacentes.

Las emisiones de los vehículos y equipos pesados que operan en los vertederos (camiones de recogido de basura, equipo de movimiento de tierra, etc.) también se pueden controlar proveyendo mantenimiento periódico de todos los vehículos para que operen en condiciones óptimas.

Estaciones de Trasbordo

Los impactos principales a la calidad de aire relacionados a estaciones de trasbordo se deben a las emisiones de vehículos y equipos pesados. Otros impactos potenciales a la calidad del aire resultan del trasbordo de los DSM. El traslado de los DSM desde los vehículos pesados y de otras operaciones que requieren el movimiento, separación y compactación de los residuos sólidos generan polvo. Al igual que otras instalaciones que manejan DSM, pueden generarse malos olores. El polvo y el olor pueden controlarse implantando las siguientes medidas: mantener los DSM húmedos; no sobrecargar las fosas; mover la basura fuera de la estación lo antes posible; y utilizar equipos de control de polvo y olores.

Instalaciones para la Recuperación de Materiales Reciclables

El polvo y el olor constituyen los impactos potenciales a la calidad de aire causadas por las operaciones en los MRFs. Estos provienen de los vehículos de motor y equipos de procesamiento. La mitigación pudiera incluir construir los MRFs cerrados y limitar las horas de trabajo.

Plantas de Conversión de Residuos Sólidos a Energía

Las emisiones generadas en los procesos termoquímicos de conversión a energía pueden incluir óxidos de nitrógeno (NO_x), óxidos de azufre (SO_x), monóxido de carbono (CO), materia particulada y algunos gases de invernadero como el bióxido de carbono (CO_2). Como se indicara anteriormente, la EPA ha establecido reglamentación rigurosa para la operación de plantas de conversión de residuos sólidos a energía que requiere de estrictos métodos para el control de emisiones.

Durante la operación, el polvo que se genera por el manejo de los DSM se puede controlar mediante el uso de presión negativa que se crea al succionar el aire de combustión en el área de la fosa de recibimiento y almacenamiento, evitando que el polvo y los olores escapen del lugar.

Instalaciones para Desechos de Jardinería

En general, la contaminación de aire no es una preocupación mayor para estas instalaciones, excepto por el polvo fugitivo y los malos olores. El polvo frecuentemente puede ser un problema particularmente en época seca. Este se genera de la materia órganica y seca, especialmente durante las operaciones de cernido y trituración. El polvo no afecta residencias adyacentes si la instalación cuenta con una zona de amortiguamiento adecuada.

En varias etapas del proceso se pueden emitir olores. Procedimientos no apropiados en el procesamiento de los desechos pueden favorecer la formación de compuestos odoríferos. Para mitigar los malos olores, estas instalaciones deben ser ubicadas en áreas alejadas de zonas urbanas. La evaluación de las condiciones locales del clima (dirección prevaleciente de los vientos) de los lugares propuestos puede evitar impactos por olores a los vecinos. Los olores pueden ser controlados encerrando el área de procesamiento de desechos y utilizando equipos de control de olores.

4.3 RECURSOS DE AGUA SUPERFICIAL

Sistemas de Relleno Sanitario

La protección de la calidad de agua es de interés primordial en el diseño de construcción y operación del SRS. Las condiciones geológicas e hidrológicas en el sitio y las leyes locales, estatales y federales dictan la forma de proteger las aguas subterráneas de contaminación.

El desarrollo de los SRS no deberá causar impacto a las aguas superficiales regionales y sólo tendrá impactos mínimos en los sistemas locales de drenaje superficial. Esto debido a que las expansiones propuestas deberán cumplir con la reglamentación para el manejo de los residuos y la operación de los SRS[5].

- La escorrentía dentro de los proyectos formará parte del drenaje interno. El sistema de drenaje interno incluirá medidas de control y manejo de la escorrentía superficial. Las medidas de control incluyen la construcción de zanjas de desviación del flujo hacia fuera de la facilidad y los canales periferales para su disposición en una laguna de retención de sedimentos y escorrentía superficial. De esta manera se evitará la acumulación de agua en la facilidad disminuyendo así la posibilidad de infiltración.

- La escorrentía dentro del área activa de las expansiones laterales transportará sedimentos desde las áreas sin vegetación. La laguna tendrá suficiente capacidad para controlar la escorrentía de una tormenta con recurrencia de 25 años.

Este sistema de escorrentía también evita que los lixiviados lleguen a los cuerpos de agua. Entre los elementos de diseños principales de un SRS de DSM que aplican a aguas subterráneas están el sistema de revestimiento sintético, el sistema de recolección y remoción de lixiviados, los pozos de muestreo de aguas subterráneas y el diseño de la cubierta.

El Subtítulo D de RCRA requiere que los SRS sean habilitados con una membrana sintética para contener y recoger los lixiviados producidos en el predio, evitando que lleguen a los cuerpos de agua. Estos serán acumulados encima del revestimiento compuesto. Para remover su acumulación, se instalará un sistema de recolección de lixiviados compuestos de tuberías perforadas, según requerido por ley. Se instalarán pozos de muestreo de aguas subterráneas para monitorear periódicamente la calidad de éstas.

Estaciones de Trasbordo

Los DSM, los lixiviados y el polvo que se acumula en los caminos de acceso se lavan con las lluvias. Para evitar la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas, las ETs tendrán estructuras para el control de escorrentías. Las aguas provenientes del mantenimiento de la ET serán recolectadas y tratadas de acuerdo a la necesidad.

[5] Responde a comentarios de Waste Management en comunicación del 11 de febrero de 2008

Instalaciones para la Recuperación de Materiales Reciclables

Las posibilidades de que un MRF contamine las aguas superficiales o subterráneas son mínimas. Sin embargo, estas contarán con estructuras para el control de escorrentías.

Plantas de Conversión de Residuos Sólidos a Energía

Los impactos ambientales de las plantas de conversión de residuos sólidos a energía están asociados con su operación. En las mismas se generan aguas usadas. Las fuentes principales de aguas usadas son la limpieza de equipos y usos sanitarios. Algunas plantas pueden ser operadas sin descarga de aguas usadas. En los Estados Unidos, la mayoría de las plantas de conversión de residuos sólidos a energía están localizadas cerca de zonas urbanas y sus aguas de desecho por lo general se conducen a través del alcantarillado hasta una planta de tratamiento. Estas contarán además con un sistema de control de aguas pluviales para la escorrentía de las áreas pavimentadas.

Instalaciones para Procesamiento de Material Vegetal

Los posibles impactos de estas instalaciones a las aguas se relacionan a las escorrentías y al mantenimiento de las mismas. Estas contarán con sistemas para el control de escorrentías. Para mitigar este impacto, las instalaciones contarán con un sistema de drenaje para desviar las aguas hacia una planta de tratamiento o sistema de alcantarillado sanitario.

4.4 GEOLOGÍA

Sistema de Relleno Sanitario

Uno de los potenciales impactos ambientales de los SRS se relaciona con la contaminación de los suelos. La estructura química de los suelos puede cambiar por el lixiviado generado por los DSM. Estos pueden ser también contaminados por metales y compuestos orgánicos contenidos en el lixiviado. La selección de un revestimiento sintético para un SRS considerará el impacto de estas sustancias de acuerdo a los requisitos del Subtítulo D de RCRA. Además, cada instalación contará con un sistema de recolección de lixiviados.

Estaciones de Trasbordo

La construcción de una estación de trasbordo puede requerir considerable excavación, especialmente si se necesita una fosa. La cantidad de excavación dependerá del lugar en particular y del diseño de la estación.

Los suelos de una estación de trasbordo también pueden contaminarse con líquidos que se derramen provenientes de los camiones. Entre estos se encuentran lixiviados, lubricantes y otros fluidos. Un buen mantenimiento preventivo para el equipo puede reducir este tipo de contaminación. Además, las instalaciones contarán con sistemas de control de escorrentía y un programa de mantenimiento de las áreas.

Instalación de Recuperación de Materiales Reciclables

Los posibles impactos al suelo en este tipo de instalación son los mismos que los discutidos en las ET, excepto por las excavaciones.

Plantas de Conversión de Residuos Sólidos a Energía

Los derrames de líquidos provenientes de los vehículos de transporte pueden causar contaminación de los suelos. Para evitar la contaminación, las instalaciones contarán con un sistema de recogido de aguas de escorrentías y aguas de mantenimiento.

Instalaciones para Procesamiento de Material Vegetal

Los impactos causados por estas instalaciones son similares a los discutidos en los MRFs.

4.4.1 OTROS ASPECTOS GEOLÓGICOS

A continuación se desglosan otros aspectos geológicos a considerarse en la ubicación de estos proyectos. Dentro de los impactos que pudieran conllevar la geología en las áreas propuestas están:

- Presencia de sumideros – la región cársica se caracteriza por la presencia de sumideros por donde discurren las aguas de escorrentía de la zona. La presencia de sumideros limita el área a desarrollarse y está regulada por la Ley Núm. 111 del DRNA y por la EPA.

  Los sumideros se podrían convertir en una vía directa de entrada de lixiviados al sistema de acuíferos de la zona por lo que se le dará especial atención a aquellas áreas propuestas para el desarrollo de proyectos.

- Presencia de cuevas o cavernas – también, la región cársica se caracteriza por la presencia, de cuevas o cavernas. La presencia de éstas presentan un riesgo potencial a la ubicación de las estructuras o instalaciones para el manejo de los residuos sólidos debido a que son zonas inestables. Este factor se tomará en consideración al momento de evaluar la ubicación de los proyectos.

- Deslizamientos – dependiendo de la ubicación del proyecto, también podemos encontrar el riesgo de deslizamiento, como se demuestra en la Figura 3.6.3-1 (ver Sección 3.6: Geología). La ubicación de proyectos en estas áreas conllevan riesgos de inestabilidad, la posible rotura de las estructuras y, por ende, el acceso de contaminantes al suelo y a los acuíferos.

- Fallas o Fracturas – por su localización y formación, la Isla se encuentra en una zona altamente activa. Esto ocasiona que las rocas sean débiles y estén más susceptibles a las condiciones ocasionadas por los cambios en temperatura, la precipitación y movimientos telúricos. Estas zonas de fallas o fracturas pudieran ocasionar inestabilidad en las áreas y deslizamientos por lo cual, las estructuras ubicadas en estas zonas pueden sufrir roturas, lo que podría ocasionar contaminación en el subsuelo y los acuíferos.

- Sismicidad – La isla de Puerto Rico se caracteriza por ser una de mucha actividad sísmica. Los movimientos telúricos continuos pueden ocasionar que las áreas geológicamente débiles, fallen y se generen deslizamientos, fallas o grietas en el terreno, y la formación de sumideros por el colapso de los techos de las cavernas o cuevas. Esto pudiera causar roturas a las instalaciones causando que se contaminen el subsuelo y los acuíferos.

Para mitigar los impactos que ocasionaría ubicar las estructuras o instalaciones se tomarán las siguientes medidas:

- Identificar si el predio considerado para establecer el proyecto posee sumideros, cuevas, cavernas, fallas, fracturas o deslizamientos previos.
- Se implantarán medidas de control de ingeniería para el manejo de los lixiviados en las áreas escogidas para la construcción y operación de instalaciones, para prevenir que los mismos contaminen el subsuelo y los acuíferos.

4.5 INUNDACIONES

Uno de los criterios de ubicación para los proyectos para el manejo de los residuos sólidos es que no se construyan estos proyectos en zonas inundables. Estos cumplirán con el Reglamento Sobre Áreas Especiales de Riesgo a Inundación (Reglamento de Planificación Número 13 de 2005).

4.6 EROSIÓN Y SEDIMENTACIÓN

Como resultado de la construcción de las instalaciones a ser desarrolladas pudiera haber erosión y sedimentación. En cumplimiento con la reglamentación estatal y federal, se implantará un plan de prevención de contaminación de aguas pluviales por actividades de construcción (SWPPP, por sus siglas en inglés) y un plan para el control de la erosión y sedimentación (Plan CEST).

4.7 SISTEMAS NATURALES Y FLORA Y FAUNA

En esta sección se presentan los impactos ambientales potenciales a los sistemas naturales y flora y fauna relacionados a la construcción y operación de las tecnologías de infraestructura para el manejo de residuos sólidos recomendadas para Puerto Rico. También se sugieren algunas medidas de mitigación para los posibles impactos de estas tecnologías a los sistemas naturales y flora y fauna.

Sistemas de Relleno Sanitario

La construcción y desarrollo de SRS puede requerir el desmonte de varias cuerdas de terreno lo cual puede afectar los sistemas naturales. La selección de los lugares en donde se ubicarán los proyectos tomará en consideración factores como hábitat de especies en peligro de extinción, terrenos anegadizos y las áreas protegidas como bosques y reservas naturales. Para determinar si existe alguna especie en peligro de extinción, amenazada o presencia de hábitats críticos en esas áreas se realizarán estudios especializados.

Durante la fase operacional de la instalación, el ruido asociado a las actividades que se realizan en las mismas puede ahuyentar algunas especies de fauna. Sin embargo, otras especies pueden ser atraídas a estas áreas ya que encuentran en ellas residuos de comida e insectos, lo que puede representar un problema de vectores. La cubierta diaria de los residuos y la limpieza del sitio pueden eliminar casi todo el problema de las aves.

La construcción de los SRS se efectuará de acuerdo a los criterios de diseño, construcción y operación establecidos en la reglamentación estatal y federal. Estos incluyen la utilización de revestimiento sintético, un sistema de pozos de calidad del agua subterránea alrededor del SRS y sistemas de recolección de lixiviados y aguas de escorrentías.

Los criterios de diseño a ser implantados en cada proyecto ayudarán a minimizar el potencial de impactos significativos a la calidad del agua y por consiguiente a los sistemas naturales, como humedales y manglares que se encuentren cerca de las instalaciones.

En la medida en que sea posible, alrededor de las instalaciones se establecerán zonas de amortiguamiento para que las especies que antes habitaban en los terrenos que serán utilizados para la construcción, puedan desplazarse hacia esa zona y ayuden a prevenir la erosión, el polvo fugitivo y el ruido. Con el cumplimiento de los reglamentos estatales y federales y una buena planificación se espera que los impactos sean mitigados y minimizados para la protección de los recursos naturales.

Estaciones de Trasbordo

La selección de lugares para el desarrollo de las ET propuestas tomará en consideración los habitats de especies de flora y fauna en peligro de extinción. Siempre que sea posible se establecerán zonas de amortiguamento no perturbadas. Los proyectos ubicados en áreas industriales, o en antiguos SRS probablemente tendrán un menor impacto a la flora y la fauna, debido a que estos ya estarían impactados por los desarrollos u operaciones cercanos. En la medida en que sea posible, la ADS considera ubicar las ET en los SRS, para minimizar los posibles impactos al ambiente.

Durante el transcurso de las operaciones de la instalación (principalmente durante el día) el ruido y el tránsito de vehículos pudiera evitar que la fauna establezca habitat en el lugar, aunque algunas especies continuarían viviendo en las zonas de amortiguamiento provistas. Con la eventual restauración del paisaje, generalmente se podría sustituir parte de la flora existente con plantas ornamentales, césped y vegetación nativa.

Instalaciones para la Recuperación de Materiales Reciclables

La selección de los lugares para el desarrollo de los MRFs propuestos tomará en consideración hábitats de especies en peligro de extinción, terrenos anegadizos y las áreas protegidas como bosques y reservas naturales. Para determinar si existe alguna especie en peligro de extinción, amenazada o presencia de hábitats críticos en esas áreas se realizarán estudios de flora y fauna.

No se esperan impactos a la flora y fauna durante la fase operacional de la instalación. En adición se espera que con el cumplimiento de los reglamentos estatales y federales y una buena planificación, los impactos serán mitigados y minimizados permitiendo el buen manejo de los recursos naturales.

Plantas de Conversión de Residuos Sólidos a Energía

La construcción y desarrollo de plantas de conversión de residuos sólidos a energía puede requerir varias cuerdas de terreno lo que puede ocasionar problemas de erosión y sedimentación. Esto a su vez puede provocar contaminación de los cuerpos de agua afectando la flora y fauna del área. La magnitud del proyecto determinará el potencial de dichos impactos. La selección de los lugares para el desarrollo de las plantas de conversión de residuos sólidos a energía tomará en consideración los hábitats de especies en peligro de extinción, terrenos anegadizos y las áreas protegidas como bosques y reservas naturales. Además, en cumplimiento con leyes estatales y federales, se implantarán planes de prevención de contaminación.

Durante la fase operacional de la instalación, el ruido asociado a las actividades que se realizan en las mismas puede ahuyentar algunas especies de fauna. Sin embargo, otras especies pueden ser atraídas a estas áreas ya que encuentran en ellas residuos de comida e insectos, lo que puede representar un problema de vectores. Se espera que las plantas de conversión de residuos sólidos a energía se mantengan operando continuamente por lo que el almacenaje de los residuos será de corta duración reduciendo el posible impacto por lixiviados a la flora y fauna. Con el cumplimiento de los reglamentos estatales y federales y una buena planificación se espera que los impactos sean mitigados y minimizados.

Instalaciones para el Procesamiento de Material Vegetal

Los potenciales impactos de estas instalaciones a la flora y fauna serán muy similares a los discutidos para los MRFs.

4.8 RECURSOS ARQUEOLÓGICOS Y CULTURALES

El Plan propone acciones que implican movimiento de terreno en algunas áreas que hasta el momento no han sido impactadas, y en las cuales pudieran existir asentamientos humanos precolombinos e históricos. En cumplimiento con la Ley 112 del 20 de julio de 1988 y con la Ley Nacional de Preservación Histórica, cada proyecto en particular será sometido ante la consideración del Consejo para la Protección del Patrimonio Arqueológico Terrestre de Puerto Rico y la Oficina Estatal de Conservación Histórica, según sea necesario. Estas entidades requerirán los estudios arqueológicos e históricos pertinentes y velaran por el proceso de mitigación de cualquier impacto a los recursos culturales que pudiera ser causado por las acciones propuestas.

Si durante el proceso de evaluación de las parcelas en las cuales se propone la construcción de las estaciones de trasbordo se detectara la presencia de un posible yacimiento arqueológico, se deberá evaluar la posibilidad de modificar el diseño del proyecto para evitar impactar el recurso cultural identificado. De no poderse evitar los impactos al recurso cultural, se establecerán los parámetros mediante los cuales se recopilará la información necesaria en el yacimiento en coordinación con la agencias pertinentes. De ser necesario, nuevos lugares de ubicación serán evaluados para permitir el estudio arqueológico correspondiente.

4.9 USOS DEL TERRENO

El desarrollo de los proyectos para el manejo y disposición final de los residuos sólidos requiere la clasificación de los terrenos como Suelos Urbanos para las instalaciones intermedias tales como: estaciones de trasbordo (ET), instalaciones para el procesamiento de material vegetal (composta) y las instalaciones para la recuperación de materiales reciclables (MRF), las cuales son compatibles con el desarrollo de estos suelos; y suelos rústico común para los SRS y las plantas de conversión de residuos sólidos a energía las cuales son compatibles con áreas de gran extensión de terrenos aislados del desarrollo urbano.

Estos proyectos estarán en conformidad con la Ley 550 del 3 de octubre de 2004, conocida como Ley del Plan de Uso de Terrenos del Estado Libre Asociado de Puerto Rico y la Ley Núm. 81 de 30 de agosto de 1991, conocida como Ley de Municipios Autónomos.

4.10 ZONIFICACIÓN

El desarrollo de algunos de los proyectos para el manejo y disposición final de los DSM puede requerir la rezonificación de los terrenos rurales a una zonificación industrial liviano o pesado de acuerdo a la tecnología implantada. En las instalaciones intermedias como lo son las ET, plantas de composta y MRF se requerirá una re-zonificación a industrial liviano; y, en los SRS y plantas de conversión de residuos sólidos a energía se requerirá una re-zonificación a industrial pesado. La agencia proponente para cada proyecto de infraestructura de residuos sólidos someterá a la JP una Consulta de Ubicación, solicitando la re-zonificación del predio.

4.11 INFRAESTRUCTURA

El Itinerario presenta proyectos de infraestructura necesarios para el manejo de los residuos de forma eficiente y segura por los próximos 25 años. Estos proyectos atienden la realidad de que la mayoría de los SRS tienen una vida útil limitada, fomentando estrategias de reuso y reciclaje y reduciendo el uso del SRS como alternativa principal en el manejo de los residuos. El Itinerario fomenta la protección de zonas ambientalmente sensitivas al requerir el cumplimiento con la reglamentación estatal y federal.

4.11.1 AEROPUERTOS

Los proyectos propuestos en el Itinerario Dinámico no tendrán un impacto significativo en los aeropuertos de Puerto Rico..

4.11.2 ENERGÍA ELÉCTRICA

Los proyectos de infraestructura de residuos sólidos no tendrán un impacto significativo en los sistemas de energía eléctrica. Además, se espera que las plantas de conversión de residuos sólidos a energía aporten a la generación de electricidad en la Isla, diversificando las fuentes existentes.

4.11.3 ACUEDUCTOS

Los proyectos propuestos en el Itinerario Dinámico no tendrán un impacto significativo en los sistemas de acueducto. Además, como medida de reducción de consumo, en la medida en que sea posible, se considerará el reuso de las aguas.

4.11.4 ALCANTARILLADO

Las operaciones de los proyectos propuestos no tendrán un impacto significativo en los sistemas de alcantarillado. Al considerar el reuso de las aguas provenientes de las calderas y torres de enfriamiento de las plantas de conversión de residuos sólidos a energía, se reducirá significativamente la descarga al sistema sanitario de la AAA.

4.11.5 CARRETERAS Y TRÁNSITO

Los proyectos propuestos aumentarán el flujo vehicular durante la construcción y operación de estos. Todo desarrollo cumplirá con los estándares del Departamento de Transportación y Obras Públicas (DTOP) y la Comisión de Servicio Público para la transportación segura de cargas de gran tamaño a través de las vías públicas. Se solicitará la aprobación y endoso al DTOP y la Autoridad de Carreteras y Transportación de los planos de los accesos para los mismos.

4.12 NIVELES DE RUIDO

La construcción y operación de los proyectos propuestos conllevarán un aumento en los niveles de ruido. Para mitigar las emisiones de ruido, se implantarán las siguientes medidas:

- La construcción tendrá lugar durante el día reduciendo al mínimo las actividades nocturnas. En la medida en que sea posible, las labores de operación se realizarán durante el período diurno de trabajo.
- Se establecerán zonas de amortiguamiento para neutralizar el ruido.
- Se dará mantenimiento continuo a los equipos pesados para optimizar su operación y reducir cualquier ruido provocado por desperfectos mecánicos.

4.13 VISUALES Y ESTÉTICOS

La ADS fomenta que en la medida que sea posible los proyectos propuestos sean ubicados en áreas previamente impactadas. Esta medida reducirá los posibles impactos visuales y estéticos que puedan causar los mismos. Es importante señalar que, luego de haber desarrollado instalaciones para el manejo de los residuos sólidos, se han establecido comunidades en las cercanías de estas. Para mitigar los posibles impactos visuales y estéticos se dará mantenimiento a las estructuras, áreas verdes y los alrededores.

4.14 SOCIOECONÓMICO Y ESTUDIO DE JUSTICIA AMBIENTAL

El Análisis socioeconómico y estudio de justicia ambiental se incluye en el Apéndice II. El hallazgo principal del estudio es que no existe un impacto ambiental desproporcionado sobre las poblaciones que viven dentro de los municipios impactados por los proyectos propuestos en el Itinerario Dinámico. El Itinerario incluye por igual a municipios de los más altos niveles socioeconómicos así como a municipios de niveles menos afortunados. Este análisis demuestra que los municipios impactados poseen una condición socioeconómica similar o superior al promedio de sus pares regionales. Por lo tanto, evidencian que no se está afectando de forma desproporcionada a comunidades social y económicamente desventajadas. Además, la acción propuesta, por tratarse de un proyecto de planificación y desarrollo de infraestructura para el manejo de los residuos sólidos para Puerto Rico, representa una vía de crecimiento que deberá aportar en la mejora de la condición socioeconómica de todo el País sin que el impacto del

Itinerario afecte de forma desproporcionada a grupos de bajo ingresos. Por tal motivo, la ubicación de los proyectos en los municipios impactados, no constituye una decisión que pueda implicar un discrimen socioeconómico que viole los dictámenes de Justicia Ambiental de la Orden Ejecutiva Núm. 12898 del Presidente William J. Clinton.

Para evaluar el impacto social y de justicia ambiental de los municipios impactados y poder medir si se estaba afectando a un municipio por concepto de su condición económica desventajada se construyó un índice socioeconómico de todos los municipios de Puerto Rico utilizando las siguientes once variables:

Indicadores que se Utilizaron para el Índice Socioeconómico
Ingreso Mediano del Hogar
Ingreso Per Cápita
Hogares Bajo el Nivel de Pobreza
Hogares que Reciben Asistencia Pública
Hogares que Reciben Seguro Social
Tasa de Desempleo
Nivel de Escolaridad
Personas con 7mo Grado o Más
Incidencia de Vivienda Propia vs. Alquilada
Valor Mediano de la Vivienda
Viviendas con Facilidades de Cocina y Plomería Incompletas

Datos Obtenidos del Censo 2000

El análisis comparativo de estas variables se hizo a partir de la proporción que significa el dato de la unidad geográfica más pequeña con respecto a la más grande. En este caso se evaluó cada municipio impactado con respecto a su zona geográfica o región similar. En otras palabras, los datos de los municipios se compararon con respecto a su región. Las siete regiones se dividieron siguiendo la definición establecida por la JP, a saber Norte, Metropolitana, Este, Central-Este, Sur, Central y Oeste.

El índice fue calculado en dos pasos: Primero, cada variable individual para cada municipio fue dividida entre el valor de la variable para la región a la que pertenece, obteniendo así una medida relativa *vis a vis* la totalidad del municipio; segundo, todas las medidas relativas calculadas en el primer paso, para cada municipio, fueron promediadas utilizando la media geométrica. Este promedio es el índice.

La lógica detrás del análisis de la mayoría de estas variables supone que mientras más alta es la proporción de la sub-unidad geográfica (municipio vs. región) con respecto a la unidad geográfica, mejor está en comparación con las sub-unidades geográficas análogas (otros municipios de la región). El valor 1 significa una identidad o igualdad absoluta entre el valor a nivel municipio con respecto a la región. En otras palabras, cualquier valor por encima de 1 significa que el municipio supera el valor promedio de la región. Cualquier valor por debajo significa una situación socioeconómica desventajada.

Existen ciertas variables a las cuales no se le aplicó esta lógica, debido a que supondría precisamente lo contrario, es decir, que una proporción alta significará estar en peor situación que las unidades análogas. Estas variables son:

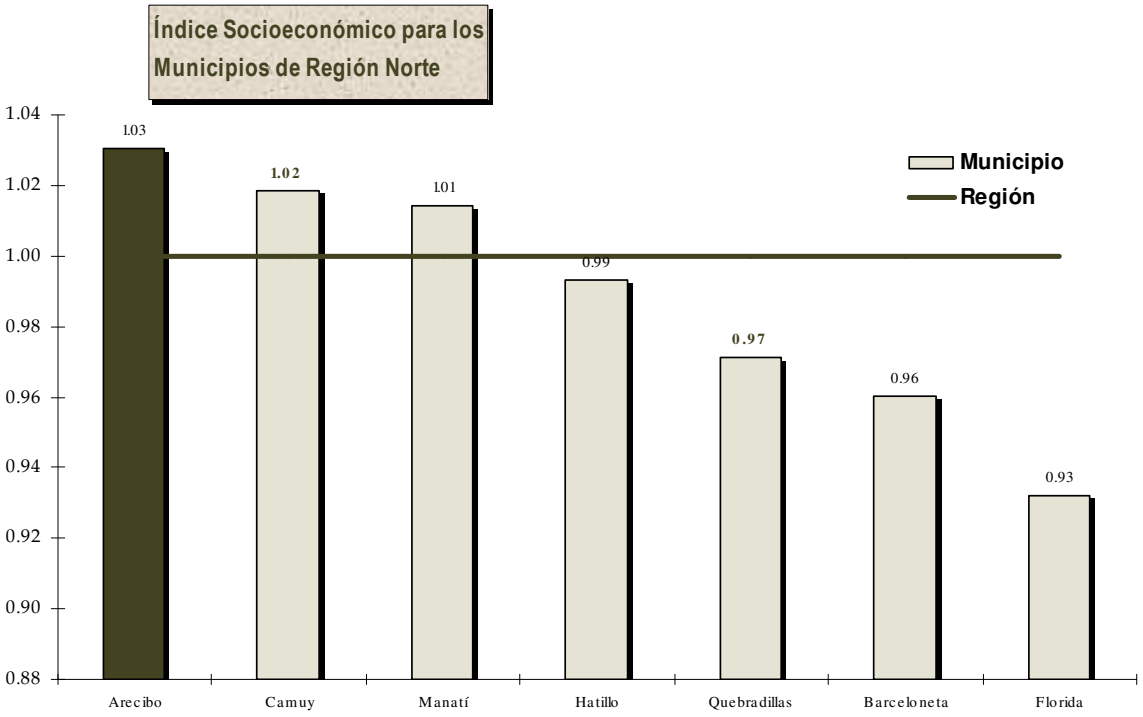
Variables Inversa para el Índice Socioeconómico
Condiciones Seleccionadas de la Vivienda
Hogares Bajo el Nivel de Pobreza
Hogares que Reciben Asistencia Pública
Hogares que Reciben Seguro Social
Tasa de Desempleo

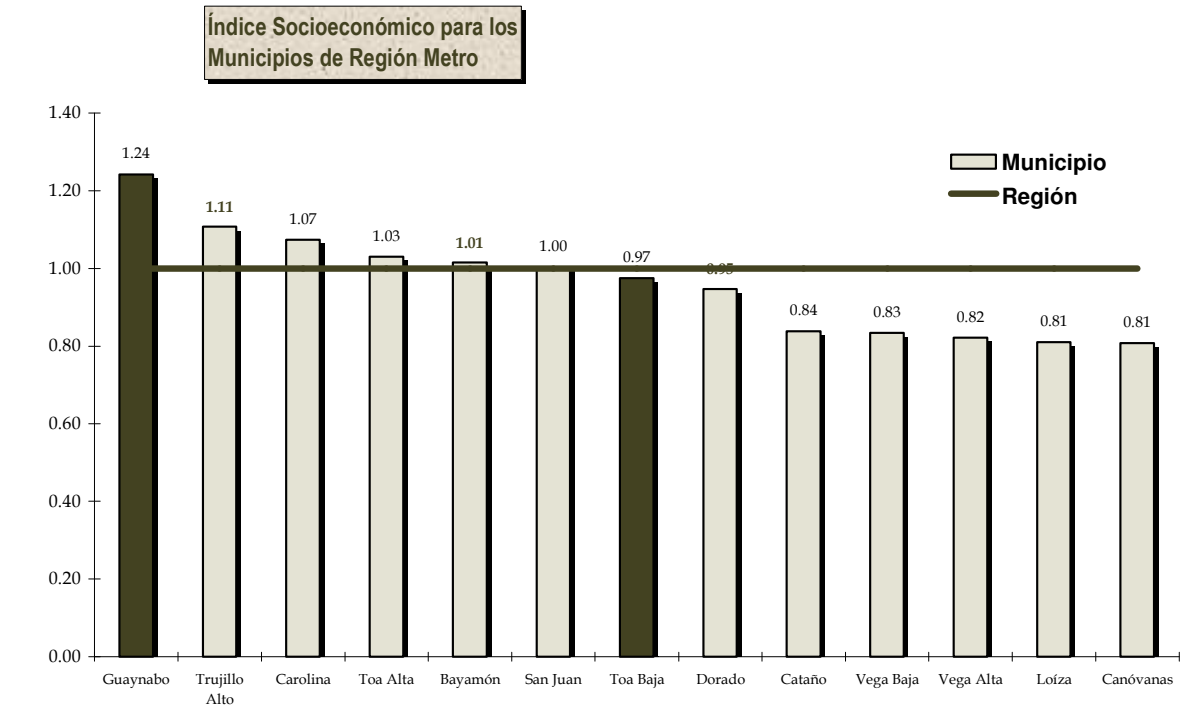
Datos Obtenidos del Censo 2000

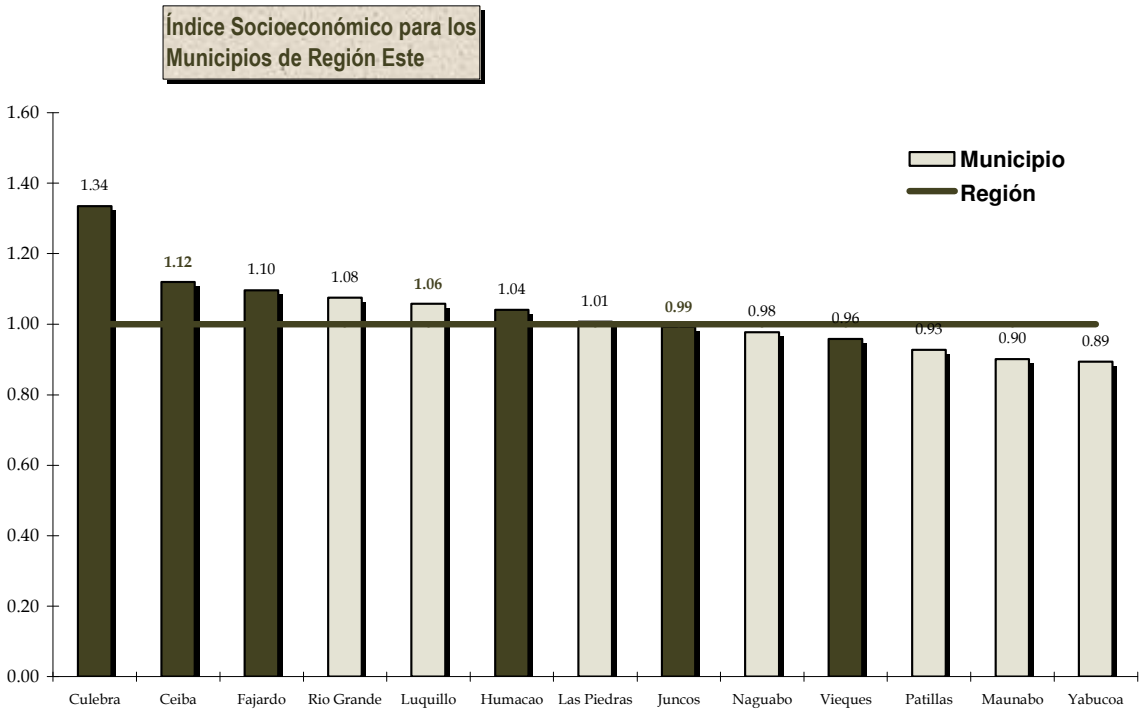
Como se puede apreciar, mientras más alto son los valores para estas cinco variables, peor es la situación socioeconómica para la unidad geográfica evaluada. Para hacer congruente la lógica de estas variables con las restantes seis, se utilizó la inversa de estas (1/X). De esta manera se garantiza que en la utilización de la media geométrica que se calcula a base de todas las variables, no se viola la regla de que a mayor valor, mejor situación socioeconómica. Los datos utilizados para el análisis provienen del Censo de Población y Vivienda del 2000.

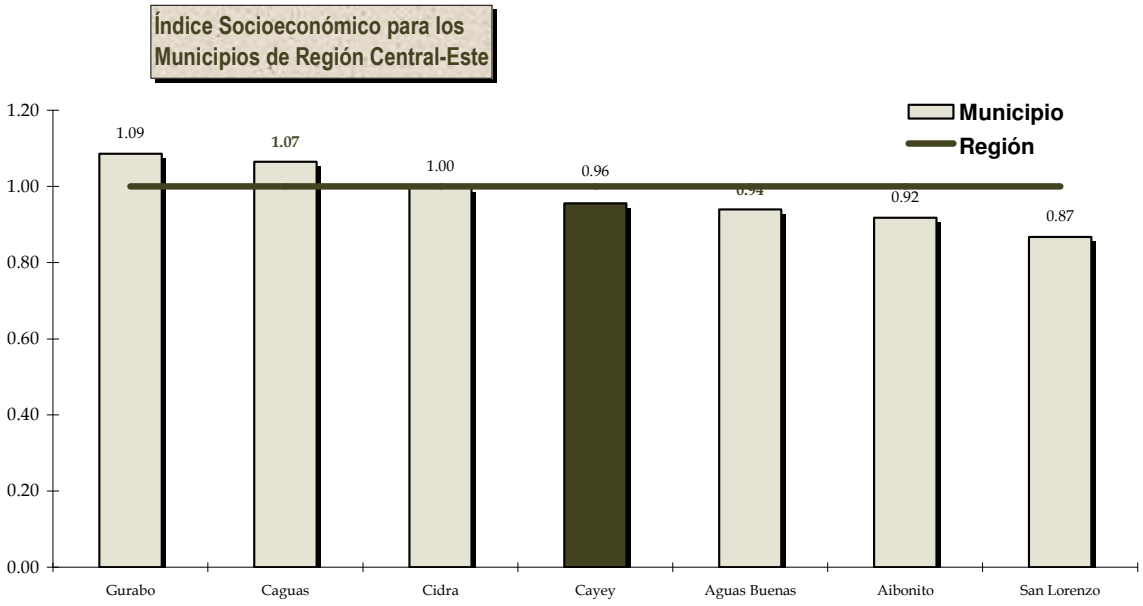
En el Análisis socioeconómico y de justicia ambiental se denominan como impactados aquellos municipios propuestos en el Itinerario Dinámico para proyectos de infraestructura de residuos sólidos. Los resultados del índice a nivel regional realizados en el estudio muestran resultados mixtos entre los municipios impactados, según se puede apreciar en las gráficas. En la Región Norte, el municipio de Arecibo se encuentra en el tope indicando que posee la mejor condición socioeconómica. En la Región Metropolitana un 50% de los municipios impactados se encuentran por encima del promedio regional del índice socioeconómico. En la Región Este Culebra se encuentra en el tope indicando que posee la mejor condición socioeconómica, mientras Ceiba, Fajardo y Humacao también presentan condiciones socioeconómicas aventajadas. En la Región Central-Este el municipio impactado se encuentra justo en el centro de las cuartilas y rango de su distribución. La Región Sur, el municipio de Ponce se encuentra en el tope indicando que posee la mejor condición socioeconómica. En la Región Central su único municipio impactado se encuentra por encima del valor promedio de la región. En la Región Oeste un 50% de los municipios impactados reflejan una condición socioeconómica superior al promedio de la región.

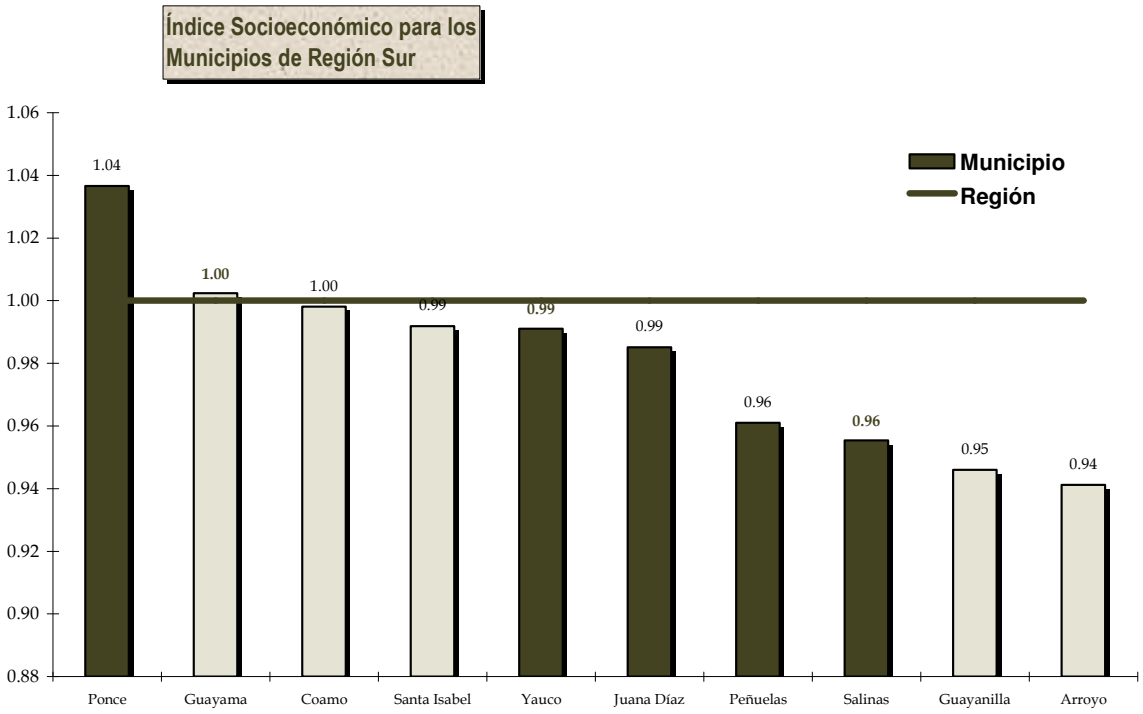
El análisis realizado, el cual incluye tres de los grupos de indicadores (económico, social y vivienda), refleja que al menos un 77% de las observaciones se encuentran en las primeras tres cuartilas. El análisis de justicia ambiental refleja que los proyectos propuestos cubren por igual a municipios de los más altos niveles socioeconómicos así como a municipios de niveles menos afortunados.

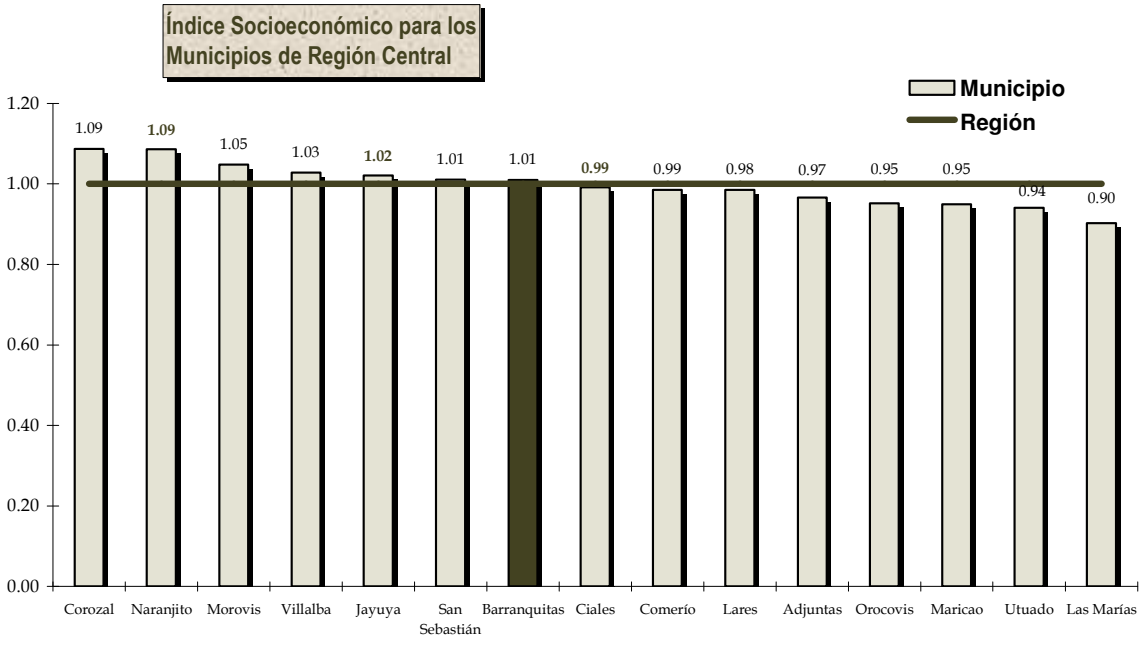

Índice Socioeconómico para los Municipios de Región Norte
1.04
1.02
1.00
0.98
0.96
0.94
0.92
0.90
0.88
1.03
1.02
1.01
0.99
0.97
0.96
0.93
Municipio
Región
Arecibo
Camuy
Manatí
Hatillo
Quebradillas
Barceloneta
Florida

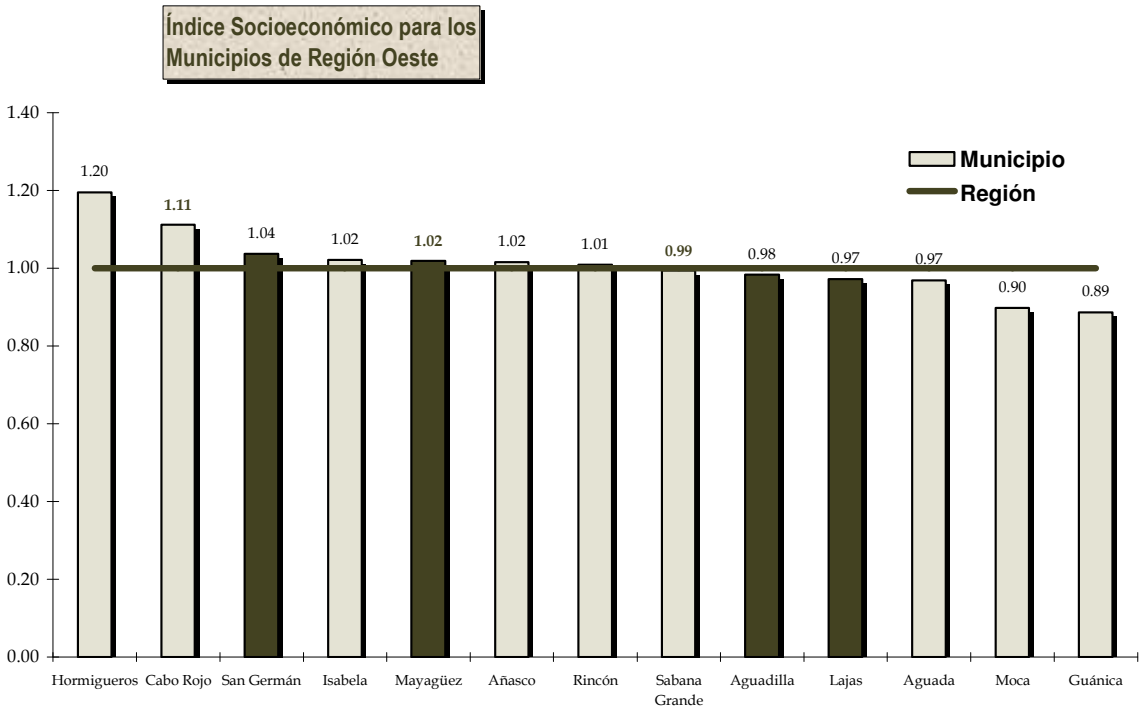

Índice Socioeconómico para los Municipios de Región Metro
1.40
1.20
1.00
0.80
0.60
0.40
0.20
0.00
1.24
1.11
1.07
1.03
1.01
1.00
0.97
0.95
0.84
0.83
0.82
0.81
0.81
Municipio
Región
Guaynabo
Trujillo Alto
Carolina
Toa Alta
Bayamón
San Juan
Toa Baja
Dorado
Cataño
Vega Baja
Vega Alta
Loíza
Canóvanas


Índice Socioeconómico para los Municipios de Región Este
Municipio
Región
1.60
1.40
1.20
1.00
0.80
0.60
0.40
0.20
0.00
1.34
1.12
1.10
1.08
1.06
1.04
1.01
0.99
0.98
0.96
0.93
0.90
0.89
Culebra
Ceiba
Fajardo
Rio Grande
Luquillo
Humacao
Las Piedras
Juncos
Naguabo
Vieques
Patillas
Maunabo
Yabucoa


Índice Socioeconómico para los Municipios de Región Central-Este
Municipio
Región
1.20
1.00
0.80
0.60
0.40
0.20
0.00
1.09
1.07
1.00
0.96
0.94
0.92
0.87
Gurabo
Caguas
Cidra
Cayey
Aguas Buenas
Aibonito
San Lorenzo


Índice Socioeconómico para los Municipios de Región Sur
Municipio
Región
1.06
1.04
1.02
1.00
0.98
0.96
0.94
0.92
0.90
0.88
1.04
1.00
1.00
0.99
0.99
0.99
0.96
0.96
0.95
0.94
Ponce
Guayama
Coamo
Santa Isabel
Yauco
Juana Díaz
Peñuelas
Salinas
Guayanilla
Arroyo


Índice Socioeconómico para los Municipios de Región Central
Municipio
Región
1.20
1.00
0.80
0.60
0.40
0.20
0.00
1.09
1.09
1.05
1.03
1.02
1.01
1.01
0.99
0.99
0.98
0.97
0.95
0.95
0.94
0.90
Corozal
Naranjito
Morovis
Villalba
Jayuya
San Sebastián
Barranquitas
Ciales
Comerío
Lares
Adjuntas
Orocovis
Maricao
Utuado
Las Marías


Índice Socioeconómico para los Municipios de Región Oeste
Municipio
Región
1.40
1.20
1.00
0.80
0.60
0.40
0.20
0.00
1.20
1.11
1.04
1.02
1.02
1.02
1.01
0.99
0.98
0.97
0.97
0.90
0.89
Hormigueros
Cabo Rojo
San Germán
Isabela
Mayagüez
Añasco
Rincón
Sabana Grande
Aguadilla
Lajas
Aguada
Moca
Guánica

5. ALTERNATIVAS A LA ACCIÓN PROPUESTA

En este capítulo se analizaron las alternativas a la acción propuesta. Estas incluyeron la alternativa de no-acción y caso de resguardo.

5.1 NO-ACCIÓN

La Alternativa de No-Acción consiste en que la ADS no proponga ni ponga en ejecución una solución al problema existente de los residuos sólidos y en que el gobierno no implante el Itinerario Dinámico para mejorar las prácticas en el manejo de éstos. La responsabilidad de cumplir con la ley y los reglamentos ambientales recaería entonces en los municipios. Sin un plan de acción, sería más difícil e ineficiente guiar los esfuerzos para alcanzar las metas necesarias en el manejo adecuado de los residuos solidos.

La Alternativa de No-Acción presupone una disminución en la capacidad disponible existente al 2006 si no se toman acciones en el futuro y no ocurre un crecimiento en las tasas actuales de desvío. La Alternativa de No-Acción se basa en las siguientes suposiciones:

- La tasa de desvío de 15.3% permanece constante del 2006 al 2030.
- No se implantarán otras tecnologías para procesar residuos durante ese periodo.
- Los SRS existentes utilizan todo el remanente de su vida útil antes de cerrar.
- No se llevarán a cabo expansiones a los SRS.
- La transferencia de residuos de SRS cerrados a SRS en operación se facilita a través del uso de ET.
- La capacidad de disposición adicional asociada con el SRS nuevo de Peñuelas, programado para el 2010, está incluida en esta alternativa.

La Alternativa de No-Acción no fue la seleccionada, debido a que no se logra la reducción en la fuente, el reuso, el reciclaje/composta; la conversión de residuos sólidos a energía y la reducción en el uso de los SRS. .

La Alternativa de No-Acción demuestra que Puerto Rico consumirá su capacidad de disposición para el año 2018 debido a que la vida útil del sistema actuales de aproximadamente 12 años. Esta Alternativa presenta la necesidad de una acción urgente en términos de planificación y ejecución de estrategias para el manejo de los residuos sólidos que desvíe los residuos de los SRS a la vez que provea el desarrollo de instalaciones que complementen el procesamiento de los residuos.

5.2 CASO DE RESGUARDO

La Alternativa Caso de Resguardo es una variante del Caso Base discutido en el Capítulo 2. En esta se alcanza la meta del 35% de reciclaje en el 2026 y no se contempla la construcción de las plantas de conversión de residuos sólidos a energía. Este escenario reduce significativamente la capacidad de disposición disponible y no provee ninguna tecnología de procesamiento alterno. De acuerto al Caso de Resguardo, para el 2030 quedarían en operación 8 SRS, con una capacidad disponible de aproximadamente 21.1 millones de toneladas y 7.5 años de vida útil. El Caso de Resguardo se basa en las siguientes suposiciones:

- La tasa de desvío en Puerto Rico empieza en 15.3% en el año 2006 y alcanza la meta de 35% en el año 2026.
- No se construyen las dos plantas de conversión de residuos sólidos a energía durante este periodo.
- Los SRS existentes utilizan todo el remanente de su vida útil antes de cerrar.
- Siete SRS son expandidos fuera de su huella actual: Cabo Rojo, Fajardo, Humacao, Juncos, Ponce, Salinas y Yauco para una capacidad adicional de 70.6 millones de toneladas.
- La expansión del SRS de Isabela se llevará a cabo con el propósito de mitigar las condiciones del medio ambiente y estabilizar las pendientes. Esta expansión tiene una capacidad de 0.6 millones de toneladas.
- Las ETs serán utilizadas para transferir los residuos de un SRS cerrado a una instalación en operación.
- El SRS nuevo de Peñuelas comenzará operaciones para el 2010 con una capacidad de aproximadamente 4 millones de toneladas.

La Alternativa Caso de Resguardo no fue seleccionada, ya que se proyecta alcanzar la meta del 35% de reciclaje en el 2026, mientras que la Alternativa Caso Base alcanza la meta del 35% de reciclaje en el 2016. Esta Alternativa no contempla las tecnologías de procesamiento alterno y fomenta el uso de SRS.

Luego de evaluar cada una de las alternativas a la acción propuesta se hace evidente la necesidad de tomar acción para manejar adecuadamente los residuos sólidos. La alternativa Caso Base es la seleccionada debido a que contiene todos los elementos necesarios para un manejo integral de los residuos sólidos. Las estrategias propuestas en esta alternativa facilitan el logro del 35% en la tasa de desvío más rápidamente y considera la implantación de la infraestructura necesaria, reduciendo el uso de los SRS a largo plazo. Con la acción propuesta la ADS ha recopilado y actualizado la información de todas las iniciativas de planificación efectuadas por la Agencia. Como resultado se ha presentado la alternativa que mejor atiende la situación actual de los residuos sólidos en el País.

6. USOS A CORTO PLAZO VS PRODUCTIVIDAD A LARGO PLAZO

La ADS es responsable de la planificación, financiamiento y operación de servicios abarcando la transportación, procesamiento, recuperación de recursos y disposición final de los residuos sólidos en Puerto Rico. Con la implantación a corto plazo del Itinerario Dinámico la ADS busca establecer para la Isla un sistema para el manejo de los residuos sólidos para los próximos 25 años. Este Itinerario resultará en la implantación de un sistema integrado para reemplazar la infraestructura de disposición de residuos actual, la cual no cumple con la reglamentación ambiental vigente. Además, fomenta la participación ciudadana en programas de reciclaje y la reducción en la cantidad de residuos depositados en los SRS.

Los impactos de los proyectos a corto plazo incluyen inconvenientes al público en la forma de aumentos en el tráfico, polvo, emisiones de olores y ruidos ocasionados durante la construcción de los proyectos de infraestructura. El aumento en tráfico, probablemente provocará congestiones locales y el deterioro acelerado de las carreteras, lo que podría resultar en aumentos temporales en los costos de transportación. El uso de materiales locales y equipo podría reducir temporalmente la disponibilidad de éstos para otros usos.

La productividad a largo plazo se realizará de varias formas. El impacto de las operaciones de recogido de residuos se reducirá, puesto que los viajes más cortos hasta las estaciones de trasbordo comparados con viajes más largos hasta los SRS, permitirá un recogido más eficiente. Reducir el número de viajes a los SRS o plantas de conversión de residuos sólidos a energía por los vehículos de trasbordo, comparado a viajes de vehículos de recogido, resultará también en una reducción en el deterioro de caminos y carreteras a causa del tráfico y en una reducción en el consumo de combustible y emisiones al aire por parte de los vehículos de recogido.

Además, las expansiones laterales a SRS permitirá que terrenos, que de otra manera se utilizarían para SRS municipales individuales, estén disponibles para otros usos, tales como agricultura, industrias, recreación, turismo o viviendas. El uso del terreno a largo plazo estará limitado a lo que se pueda desarrollar en el área. Después del cierre de las expansiones laterales, el terreno estará disponible para algunos usos livianos, tales como parques, pistas u otras instalaciones recreativas.

La construcción de plantas de conversión de residuos sólidos a energía resultará también en un número de beneficios a largo plazo para mitigar cualquier costo ambiental o social, bien sean éstos reales o materia de percepción. Entre estos beneficios están la conservación de espacio de SRS para la disposición de residuos, prolongando así la vida de un recurso no-renovable y retardando la necesidad de su reemplazo; la conservación de energía y diversificación de las fuentes.

Las operaciones de reciclaje y composta también estarán contribuyendo a la productividad a largo plazo. El reciclaje, entre otras cosas, reducirá la demanda por recursos naturales y generará empleos. De manera similar, las operaciones de reciclaje y composta permitirán el uso beneficioso de material vegetal, que de otra forma aumentarían la carga recibida en los SRS.

7. COMPROMISO IRREVOCABLE E IRREVERSIBLE DE LOS RECURSOS

El desarrollo de los proyectos de infraestructura de residuos sólidos propuestos en el Itinerario Dinámico resultará en el consumo de recursos tales como suelo, agua, energía, uso de mano de obra y material y equipo de construcción. Ciertos recursos serán comprometidos en forma irreversible e irrecuperable durante la construcción de los proyectos propuestos para el manejo y la disposición de los residuos sólidos, el reciclaje y la conversión de residuos sólidos a energía. Además, conllevará inversiones sustanciales de fondos y personal para desarrollar estos proyectos. Por ende estos recursos no estarán disponibles para otros usos.

Entre los recursos tangibles e intangibles a utilizarse durante la construcción y operación de los proyectos propuestos están terrenos, energía, agua, uso de mano de obra, equipo mecánico, materiales de construcción como el cemento, agregado grueso y fino, madera, acero, combustibles, tierra, tubería, revestimientos y equipos. Los terrenos dedicados a SRS no estarán disponibles para otros usos por un periodo no menos de 25 años durante la operación y no menor de 30 años durante el pos-cierre.

El consumo de agua para la operación de los proyectos para el manejo de los residuos sólidos debe ser observado cuidadosamente. El consumo de agua tiende a ser alto en las plantas de conversión de residuos sólidos a energía y en menos escala en los SRS y las plantas de composta. Por tal razón, se recomienda el reuso de agua. El reuso de agua debe ser implantado en las plantas de conversión de residuos sólidos a energíapara minimizar el consumo y la descarga.

Aunque el Itinerario Dinámico requerirá el compromiso irreversible de mano de obra, materiales y productos terminados para el desarrollo, construcción y operación de los proyectos propuestos, el uso de estos recursos, con seguridad, quedará balanceado por beneficios sociales, económicos y ambientales. La inversión de recursos públicos fiscales se reducirá debido a que la ADS fomentará acuerdos público privado para el desarrollo de los proyectos propuestos. Los beneficios directos e indirectos serán provistos por el aumento en la capacidad y la calidad del sistema para manejar, reciclar o disponer los residuos sólidos en Puerto Rico. El Itinerario Dinámico proporciona la solución a largo plazo al problema de los residuos sólidos.

8. AGENCIAS CONSULTADAS Y A LAS QUE SE LES CIRCULARÁ LA DIA-E

A continuación se incluye una lista de las agencias a las que se les circulará esta DIA-E:

- Agencia de Protección Ambiental
- Autoridad de Acueductos y Alcantarillados
- Autoridad de Energía Eléctrica
- Autoridad para el Financiamiento de la Infraestructura
- Autoridad de Transportación y Carreteras
- Cámara de Representantes
- Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos
- Departamento de Agricultura
- Departamento de Recursos Naturales y Ambientales
- Departamento de Salud
- Departamento de Transportación y Obras Públicas
- Instituto de Cultura Puertorriqueña
- Junta de Calidad Ambiental
- Junta de Planificación
- Municipio de Adjuntas
- Municipio de Aguadilla
- Municipio de Aibonito
- Municipio de Añasco
- Municipio de Arecibo
- Municipio de Arroyo
- Municipio de Barranquitas
- Municipio de Cabo Rojo

- Municipio de Carolina
- Municipio de Cayey
- Municipio de Culebra
- Municipio de Fajardo
- Municipio de Florida
- Municipio de Guayama
- Municipio de Guaynabo
- Municipio de Hormigueros
- Municipio de Humacao
- Municipio de Jayuya
- Municipio de Juana Díaz
- Municipio de Juncos
- Municipio de Lajas
- Municipio de Mayagüez
- Municipio de Moca
- Municipio de Peñuelas
- Municipio de Ponce
- Municipio de Salinas
- Municipio de San Germán
- Municipio de Santa Isabel
- Municipio de Toa Alta
- Municipio de Toa Baja
- Municipio de Trujillo Alto
- Municipio de Vega Baja
- Municipio de Utuado
- Municipio de Vieques
- Municipio de Yauco
- Oficina Estatal de Conservación Histórica

- Senado
- Servicio Federal de Pesca y Vida Silvestre

La ADS presentó el Itinerario Dinámico ante las siguientes entidades/agencias:

- Agencia de Protección Ambiental
- Colegio de Ingenieros y Agrimensores de Puerto Rico
- Fortaleza
- Junta de Planificación
- Misión Industrial

9. PARTICIPANTES EN LA PREPARACIÓN DE ESTA DECLARACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL ESTRATÉGICA

AUTORIDAD DE DESPERDICIOS SÓLIDOS

Dr. Javier A. Quintana Méndez	Director Ejecutivo
Sra. Margarita Dijols	Ayudante Especial
Sra. Olga Alsina Ríos	Directora de Planificación
Sra. Rosalía Llanos	Directora de Operaciones / Ingeniería
Sra. María V. Oquendo Padua	Especialista Ambiental
Sr. José Ayala	Especialista Ambiental
Sra. Brunilda Isaac	Planificadora
Sra. Nitza Santos	Planificadora
Sra. Ruth Gil	Planificadora
Rafael Salas	Funcionario Ejecutivo
Sergio Morales	Educador Ambiental

CONSULTORES EXTERNOS

CSA Group, Inc.

Sra. Cheryl Batista	BS, MS
Sra. María Blázquez	Gerente de Proyecto
Sra. Raquel Camacho	B en Antropología
Ing. Arturo Galletti	Vicepresidente de Infraestructura
Sra. Eldris Ferrer	B en Fotogrametría, MS Ingeniería Aerofotogeodesia
Sr. Maher Lugo	BG
Ing. Hernán López	BCE, P.E.
Ing. Venancio Otero	BCE, P.E.
Ing. Luis Pagán	BME, P.E.
Ing. Wilson Robles	BEE, P.E.
Sra. Vanessa Rodríguez	BG, BsCE, PG
Sr. José Salguero	BS, MS
Sra. Elena Vázquez	BS
Sr. Lionel Vega	BChE, EIT
Ing. Linette Vélez-Rodríguez	BChE, MEM, P.E.

PREPARACIÓN DEL ESTUDUO DE JUSTICIA AMBIENTAL

Advantage Business Consulting

Sr. Vicente Feliciano	Presidente
Angel González	Economista principal

10. PARTICIPACIÓN PÚBLICA

La Autoridad de Residuos Sólidos (ADS) circuló a las agencias y entidades enlistadas en la sección 8.0 y al público general el Itinerario Dinámico de Proyectos de Infraestructura y un borrador de esta DIA-E para revisión y comentarios. Además, la ADS celebró vistas públicas sobre dichos documentos en San Juan, Fajardo, Ponce y Mayaguez el 11, 15, 16 y 18 de enero de 2008, respectivamente.

En esta versión preliminar de la DIA-E se han tomado en consideración los comentarios de las siguientes agencias y entidades:

1. Asociación de Industriales de PR (Alianza Energética)
2. AR Waste Disposal Enterprise – a través de Torres & García Attorneys & Counselors at Law
3. Municipo de Toa Baja - a través de Torres & García Attorneys & Counselors at Law
4. Municipio Autónomo de Caguas
5. Departamento de Agricultura
6. Autoridad de Energía Eléctrica
7. Autoridad de Carreteras y Transportación
8. Waste Management de Puerto Rico – a través de Toro, Colón, Mullet, Rivera & Sifre, P.S.C.
9. Wheelabrator Technologies Inc.
10. Comité Diálogo Ambiental (Comunitario Salinas)
11. Colegio de Ingenieros y Agrimensores de PR
12. Municipio de Vega Baja
13. Departamento de Salud
14. Fundamental Products
15. Misión Industrial
16. Ciudadanos privados

Resumen de Comentarios

En esta sección se incluye un resumen de los comentarios más relevantes presentados a la ADS durante el proceso de vistas públicas celebrado en el mes de enero 2008. A continuación se presentan los comentarios seguidos de la respuesta de la Agencia.

- **Ofrecer mayor detalle de las estrategias y mecanismos a ser implantados para lograr el cumplimiento con las metas de desvío**

  El Itinerario Dinámico provee las guías para el desarrollo de infraestructura adecuada y necesaria de acuerdo a la tecnología y el medio ambiente. Su objetivo principal es desarrollar e implantar estrategiasde infraestructura para manejar los residuos sólidos en PR por los próximos 25 años. Varias de estas estrategias se están implantando actualmente, de acuerdo al Reglamento Núm. 6825, Reglamento para la Reducción, Reutilización y el Reciclaje de los Residuos Sólidos de Puerto Rico. Entre éstas se encuentran el desvío de material vegetativo y paletas de madera, residuos voluminosos y chatarra. Posteriormente estaremos trabajando con materiales de construcción y demolición y residuos electrónicos.

- **Aclarar si se aumentará el por ciento de reciclaje, una vez se alcance el 35 por ciento establecido**

  El caso base establece los pasos necesarios para reducir el uso de los SRS como alternativa principal y las metas iniciales para aumentar el desvío e incorporar la conversión de residuos sólidos a energía. Al alcanzar el desarrollo de los proyectos propuestos en este documento para los primeros diez años, Puerto Rico estaría en la posición adecuada para considerar aumentar el desvío y la alternativa de conversión de residuos sólidos a energía. Este escenario provee la flexibilidad necesaria para superar estas expectativas debido a que, luego de haber desarrollado dichos proyectos, el aumentar ambas alternativas sólo requerirá la reducción de la capacidad de disposición de los SRS existentes.

- **Explicar cómo se financiarán los proyectos propuestos**

  La ADS fomentará la participación del sector privado y los acuerdos público-privados como mecanismos de financiamiento para el desarrollo de algunos de los proyectos. Además, la ADS cuenta con fondos para iniciar el desarrollo de proyectos.

- **Cual es la tecnología que se estará seleccionando para las plantas de conversión de residuos sólidos a energía.**

  La ADS se encuentra trabajando en los criterios para la selección de la tecnología para conversión de residuos sólidos a energía. Mediante el proceso de solicitud de propuesta (RFP, por sus siglas en inglés) se seleccionará la tecnología.

- **Aclarar cómo se determinaron las fechas de cierre y cómo se determinó el flujo de residuos de los SRS cerrados a las plantas de conversión de residuos sólidos a energía u otros SRS**

En el Itinerario Dinámico se presentan fechas aproximadas de cierre según los resultados establecidos en el Estudio de Evaluación, Diagnóstico y Recomendaciones para los Sistemas de Relleno Sanitario realizado por Malcom-Pirmie en 2004, mejor conocido como el estudio de Vida Util. Este estudio fue presentado y entregado a los Municipios donde estan ubicados dichos SRS, los cuales tuvieron la oportunidad de comentar sobre el mismo. Sin embargo, la vida útil de estos puede variar por diversas razones, tales como la optimización operacional y cambios en la cantidad de residuos que reciben.

- **Aclarar el procedimiento para establecer el por ciento de desvío utilizado para desarrollar los casos base y de resguardo, presentados en el Itinerario Dinámico**

  Al momento de iniciar el desarrollo del Itinerario Dinámico, la ADS no contaba con la Tasa de Desvío para el 2006. Sin embargo, el documento ha sido actualizado utilizando el valor de la Tasa de Desvío de 2006 que es de 15.3%. Para calcular esta tasa se utilizan los datos provenientes de los informes trimestrales que presentan las industrias. La ADS desarrolló una metodología para analizar estos datos y obtener el valor final de la Tasa. El Informe sobre la Tasa de Desvío de 2006 contiene mayor detalle sobre dicha metodología. Este se encuentra publicado en la página de Internet de la Agencia en la siguiente dirección: www.ads.gobierno.pr.

- **Explicar como el Itinerario Dinámico cumple con la jerarquía para el manejo de los residuos sólidos**

  La Ley para la Reducción y el Reciclaje de los Desperdicios Sólidos en Puerto Rico (Ley Núm. 70 de 1992, según enmendada) establece una serie de disposiciones de política pública dirigidas a cumplir su objetivo principal que es disminuir el volumen de residuos que se depositan en los Sistemas de Relleno Sanitario (SRS). De conformidad, este estatuto adopta la jerarquía que provee la Ley Federal para la Conservación y Recuperación de Recursos (RCRA, por sus siglas en inglés) la cual se sustenta en la implantación de las estrategias de reducción, reuso, reciclaje y composta y recuperación de energía, desde una perspectiva de preferencia ambiental, siendo la menos deseada, la disposición en los SRS. De una lectura completa de este estatuto, el interés legislativo es más allá de dudas, que el Gobierno enfoque sus esfuerzos en evitar el aumento de terrenos dedicados a rellenos sanitarios por medio de la implantación de una serie de estrategias ambientalmente seguras y económicamente viables.

  En 2007, el gobernador de Puerto Rico, Aníbal Acevedo Vilá, emitió la Orden Ejecutiva-2007-47 (OE) para ordenar la reducción del uso del vertedero como método de manejo de residuos sólidos. Este pronunciamiento le requiere al Gobierno atender el problema de residuos sólidos en Puerto Rico desde una perspectiva de manejo integral, en armonía con la jerarquía contenida en la Ley Núm. 70 supra, por medio de la implantación y citamos, "de alternativas de reducción, reutilización, reciclaje, composta, recuperación de energía y disposición en vertederos". En cuanto a disposición en SRS, la OE

establece unos criterios restrictos con el propósito de limitar su alcance como estrategia de manejo. Asimismo, establece como meta mínima de desvío un 35 por ciento definiendo este concepto como reducción, reuso, reciclaje y composta y considerándolo como la aplicación de éstas estrategias, que en combinación con la recuperación de energía, serán implantadas para disminuir el volumen de residuos que se depositan en los SRS. La Ley Núm. 70 supra, y la OE establecen como política pública un ***objetivo*** *para el manejo de los desperdicios sólidos. Es preciso destacar que objetivo, u objeto en la acepción aplicable a este contexto constituye el fin o intento a que se dirige o encamina una acción u operación.*

El caso base que incluye el IDPI considera las estrategias de manejo contenidas en la Ley Núm. 70 supra, y en la OE de forma adecuada y conforme a sus disposiciones. Lo anterior se fundamenta en que los por cientos propuestos cumplen con el objetivo de los estatutos aplicables, que son que el volumen de residuos que se dispondrá en los SRS es menor que el resto que se manejará conjuntamente con estrategias de desvío y conversión de desperdicios sólidos en energía, cumpliendo con la preferencia ambiental que es la base de la jerarquía de manejo de residuos sólidos. Querer atender un problema tan complejo desde la perspectiva de la implantación individual de estrategias y no de un enfoque integral, trastoca el andamiaje legal existente que aplica al manejo de los residuos sólidos y atrasa la consecución de sus objetivos principales que es evitar el aumento de terrenos para disposición final.

- **Aclarar si las expansiones propuestas cumplirán con los requisitos establecidos en el Subtítulo D de RCRA**

  El Itinerario Dinámico establece claramente que todos los proyectos propuestos deberán cumplir con la reglamentación estatal y federal aplicable.

- **Plantas de conversión de residuos sólidos a energía**

  Considerar más de dos proyectos de conversión de residuos a energía; Explicar como se calculó la capacidad de las plantas, cómo se determinó la ubicación de éstas y porqué no se incluyeron proyectos privados

  La política pública del Estado Libre Asociado de Puerto Rico establece un manejo integral de los residuos sólidos que incluye las alternativas de reducción en la fuente, el reuso, el reciclaje, la conversión a energía y la disposición en sistemas de relleno sanitario.

  La Región del Karso, donde ubican la mayoría de los SRS en operación, ha sido protegida por, las leyes y reglamentos federales y estatales por la importancia de sus acuiferos. Dado el caso no se estarán desarrollando nuevos SRS en el área. Además, la vida útil de la mayoría de los SRS de la zona es muy limitada por lo que existe la necesidad de desarrollar otros tipo de infraestructura en el área. Para atender las cargas que quedarán sin lugar de disposición, se ha propuesto ubicar las plantas de conversión de residuos sólidos a energía en dicha región. Es importante aclarar que no es prudente ubicar estas plantas en áreas donde existen SRS en

operación, como el este y el sur de la Isla. Actualmente la ADS se encuentra en proceso de evaluar lugares de ubicación para el establecimiento de estas plantas.

La capacidad de diseño de las plantas de conversión de residuos sólidos a energía fue determinada tomando en consideración la vida útil de los SRS en la zona norte.. Para cumplir con las metas de reciclaje establecidas,se descontó el 35% de los materiales reciclables generados en dicha región y también se eliminaron los materiales que no tienen propiedades combustibles Una vez finalizado este análisis, se obtuvo la capacidad de diseño de las instalaciones. Además, se asumió que las mismas estarían operando el 85% del tiempo con el propósito de que se efectúen las tareas de mantenimiento en las mismas, Dicho análisis esta basado en experiencia con este tipo de instalaciones.

11. REFERENCIAS

40 CFR, Partes 257 y 258, 1991.

Agencia Federal para el Manejo de Emergencias. (2005). *Mapas de áreas de riesgo de inundación en Puerto Rico*.

Autoridad de Acueductos y Alcantarillados. (1991). *Rules and Regulations for the Design Standards.* San Juan, Puerto Rico.

Autoridad de de Desperdicios Sólidos. (2007). *Dynamic Itinerary for Infrastructure Projects Technical Report.* San Juan, Puerto Rico.

Autoridad de Desperdicios Sólidos. (2004). *Reglamento para la Reducción, Reutilización y el Reciclaje de los Desperdicios Sólidos en Puerto Rico*. San Juan, Puerto Rico.

Autoridad de Desperdicios Sólidos. (1995). *Plan Regional de Infraestructura para el Reciclaje y Disposición de los Desperdicios Sólidos de Puerto Rico.* San Juan, Puerto Rico.

Autoridad de Desperdicios Sólidos. (1995*). Declaración de Impacto Programática para el Plan Regional de Infraestructura para el Reciclaje y Disposición de los Desperdicios Sólidos de Puerto Rico.* San Juan, Puerto Rico.

Autoridad de Desperdicios Sólidos de Puerto Rico. (1995). *Plan de Recuperación de Recursos de la Isla "Islandwide Resource Recovery Plan.* San Juan, Puerto Rico.

Autoridad de Desperdicios Sólidos. (1995). *Plan Regional de Infraestructura para el Reciclaje y Disposición de los Desperdicios Sólidos de Puerto Rico.* San Juan, Puerto Rico.

Autoridad de Desperdicios Sólidos. (1991). *Evaluación Ambiental Preliminar para el Plan de Evaluación y Localización de Instalaciones de Desperdicios Sólidos Recomendados en el Plan Regional para la Localización de Infraestructura.* San Juan, Puerto Rico.

Benítez Jaime. (1993*). Process Engineering and Design for Air Pollution Control. PTR Prentice Hall*, New York.

Departamento de Comercio de los Estados Unidos, Oficina del Censo. (1993 c). *Resumen de las Características Sociales, Económicas y de Vivienda.* Washington, DC.

Departamento de Recursos Naturales y Ambientales, División de Plan de Aguas. (2007). *Declaración de Impacto Ambiental Estratégica Actualizada para el Plan de Recursos de Agua de Puerto Rico*.

Departamento de Recursos Naturales y Ambientales. (2006). *Nuestras áreas naturales protegidas*. Programa de Manejo de Zona Costanera.

Departamento de Recursos Naturales y Ambientales. (1979). *Mapas de Usos de Terrenos, Puerto Rico.*

Departamento de Recursos Naturales y Ambientales. (1984). *Reglamento para la Apropiación, Uso, Conservación y Administración de las Aguas de Puerto Rico.* Reglamento Número 3171 del Departamento del Estado.

Juglar, R. L. (2006). *Biodiversidad de Puerto Rico: Vertebrados Terrestres y Ecosistemas. Serie de Historia Natural*. Editorial del Instituto de Cultura Puertorriqueña. 563pp.

Junta de Calidad Ambiental. (2003). *Contaminación de Agua*

Junta de Calidad Ambiental. (1995). *Estadísticas Anuales de Calidad de Aire.* San Juan, Puerto Rico.

Junta de Calidad Ambiental. (1987). *Reglamento para el Control de la Contaminación por Ruido.* San Juan, Puerto Rico.

Junta de Calidad Ambiental. (1993). *Reglamento para el Manejo de los Residuos Sólidos No-Peligrosos.* San Juan, Puerto Rico.

Junta de Calidad Ambiental. (1994). *Reglamento para el Control de la Contaminación Atmosférica.* San Juan, Puerto Rico.

Junta de Planificación. (1995). *Proyecciones de Población: Puerto Rico 1990-2025.* San Juan, Puerto Rico.

Junta de Planificación. (1996). *Reglamento de Siembra, Corte y Forestación para Puerto Rico*. San Juan, Puerto Rico.

Ley Núm 70 del 18 de septiembre de 1992. Estado Libre Asociado de Puerto Rico.

National Oceanic and Atmospheric Administration. (1993). *Earthinfo D^2 NCDC Summary of the Day*. Earthinfo Inc.

Philip O' Leary and Patrick Walsh. (1995). *Introduction to Solid Waste Landfills*. University of Wisconsin, Madison.

PR/USVI Climate Center. (1995a). *Wind. C*omunicación escrita. Mayagüez, Puerto Rico.

PR/USVI Climate Center. (1995b). *Mean Annual Percentage Frequencies of Wind Direction*. Comunicación escrita. Mayagüez, Puerto Rico.

Tchobanoglous, G.H. Theisen and S.A. Vigil (1993). *Disposal of Solid Waste and Residual Matte. In Integrates Solid Waste Management.* Mc Graw-Hill. Highstown, New Jersey.

US Army Corps of Engineers. (1987). *Corps of Engineers Wetland Manual Delineation*. Wetlands Research Program Technical Report Y-87-1.

United States Environmental Protection Agency.(1971). *Noise from Construction Equipment and Operations, Building Equipment, and Home Appliances*. NJID 300.1.

United States Soil Conservation Service. (1976). *Soil Survey of San Juan Area of Northern Puerto Rico*.

United States Soil Conservation Service. (1976). *Soil Survey of Ponce Area of Southern Puerto Rico*.

United States Soil Conservation Service. (1976). *Soil Survey of Humacao Area of Eastern Puerto Rico*.

United States Soil Conservation Service. (1976). *Soil Survey of Mayaguez Area of Western Puerto Rico*.

CERTIFICACIÓN

Yo, Javier A. Quintana Méndez, Director Ejecutivo de la Autoridad de Desperdicios Sólidos, he evaluado, revisado y aceptado la información de la DIA-E para el Itinerario Dinámico de Proyectos de Infraestructura de Residuos Sólidos en Puerto Rico.

En relación al Proyecto antes mencionado y su correspondiente documento ambiental, CERTIFICO QUE:

1. Toda la información vertida en el documento ambiental es CIERTA, CORRECTA y COMPLETA a mi mejor saber y entender.
2. AFIRMO y RECONOZCO las consecuencias de incluir y someter información incompleta, inconclusa o falsa en dicho documento.

Y para que asi conste, firmo la presente certificación en San Juan, Puerto Rico, hoy día 15 de mayo de 2008.

Javier A. Quintana Méndez
Director Ejecutivo

12. APÉNDICES

APÉNDICE I

RESOLUCIÓN INTERPRETATIVA RI-06-1 DE LA JCA SOBRE LAS DECLARACIONES DE IMPACTO AMBIENTAL ESTRATÉGICAS PARA PLANES, POLÍTICAS Y PROGRAMAS

APÉNDICE II

ESTUDIO SOCIOECONÓMICO Y DE JUSTICIA AMBIENTAL

APENDICE III
ITINERARIO DINÁMICO DE PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA

APENDICE IV
PARTICIPACIÓN PÚBLICA