
CAPÍTULO 2

Trasfondo Histórico y Situación Actual

GEOGRAFÍA

Puerto Rico cuenta con 9,104 kilómetros cuadrados de área total (incluyendo sus islas adyacentes), de los cuales 145 son área acuática y 8,959 son área terrestre. El litoral costero tiene una longitud de 501 kilómetros.²

CLIMA

El régimen típico del tiempo a través del año es marino tropical, templado y con poca variación de temperatura durante las estaciones del año. La precipitación o lluvia promedio anual en Puerto Rico es de aproximadamente 69 pulgadas, variando desde menos de 45 pulgadas en el Valle de Lajas hasta más de 150 pulgadas en el Bosque Húmedo del Yunque en la Sierra de Luquillo. Entre los peligros potenciales naturales que más afectan a esta Isla son las sequías periódicas y los huracanes. A través del año la lluvia varía significativamente, con un periodo de sequía que normalmente se extiende desde enero hasta marzo o abril, seguido de intensos aguaceros en mayo y junio, un segundo periodo seco en julio y agosto, y luego el periodo 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 24 pulgadas en 24 horas, causando inundaciones severas regionales o generales a través de la Isla

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

La temperatura no varía significativamente a través de la Isla y durante el año, con un promedio anual de 82°F. En el ciclo hidrológico el rol principal de la temperatura es regular el mecanismo de evapotranspiración, el que, a su vez, reduce la disponibilidad de lluvia como escorrentía. Una vez el agua discurre por los ríos y quebradas, o se infiltra a los acuíferos, la temperatura juega un papel importante en el balance de agua de las zonas de vida ecológicas.

² Fuente de dato: CIA The World Fact Book PR (Internet).

Los vientos afectan el ciclo hidrológico y los recursos de agua directa e indirectamente. También inducen unos cambios en temperatura que producen lluvias orográficas en las faldas de las montañas de la Isla, contribuyen a eventos ciclónicos y aceleran la evaporación de agua en cuerpos libres y la evapotranspiración en la superficie de la vegetación. Los vientos del nordeste predominan en Puerto Rico durante la mayor parte del año. Estos sistemas de vientos, denominados alisios, se originan en zonas de alta presión en la vecindad de las Islas Azores, al oeste del continente africano. En los sectores montañosos de Puerto Rico estos vientos se combinan con la geografía del área para crear efectos orográficos, induciendo lluvias vespertinas durante varios periodos del año. Este efecto resulta de la aceleración de los vientos al cruzar las cordilleras, resultando en un enfriamiento de las masas de aire, induciendo la condensación y precipitación de la humedad que contienen. En la zona costanera estos efectos orográficos no son tan evidentes. Estos patrones generales del viento del nordeste varían como resultado de varios factores, incluyendo:

- Brisa marina diurna en las costas inducidas por diferencias en tasa de calentamiento y enfriamiento entre la tierra y el mar durante el día y la noche. Este fenómeno resulta en una brisa desde el mar hasta la tierra durante el día y en dirección opuesta durante la noche.
- Tormentas tropicales y huracanes con vientos de hasta 200 millas por hora, predominantemente del sureste.
- Otros sistemas tropicales, tales como vaguadas y trombas marinas que pueden inducir vientos en cualquier dirección.

TOPOGRAFÍA

Sobre el terreno se puede mencionar que una descripción breve de la topografía indica que Puerto Rico es una isla mayormente montañosa, con una franja llana costera al norte, montañas escarpadas hacia el mar en la costa oeste y playas arenosas a lo largo de la mayoría de las áreas costeras.³ Se estima que de este territorio el 40% son montañas, 35% lomas y 25% llanos. Esta distribución podría ubicarse dentro de las tres principales provincias topográficas de Puerto Rico: la región del Interior Montañoso Central, la Zona Cárstica y los Llanos Costeros.⁴ Cada provincia topográfica contiene una serie de atributos y funciones que condicionan el desarrollo ambiental, social y económico del País. A grandes rasgos podemos mencionar los siguientes:

³ Fuente de dato: CIA The World Fact Book PR (Internet).

⁴ Según Watson Monroe en su trabajo Las Divisiones Geomórficas de Puerto Rico.

1. **Interior Montañoso Central:**

Es la provincia topográfica más extensa. Su elevación, contorno y capa vegetal la convierte en la principal área de captación y recarga para los cuerpos de agua subterráneos y superficiales, y en una barrera protectora contra vientos fuertes en tiempos de tormenta. Contiene, además, la mayor variedad y extensión de los recursos forestales, que albergan una amplia diversidad de flora y fauna, mucha de la cual está identificada como elementos críticos (especies que se encuentren vulnerables, en peligro de extinción o sean raras). Lo escarpado y accidentado de su relieve no ha permitido un desarrollo residencial, comercial e industrial significativo, comparado con los centros urbanos de la costa, por lo que su densidad poblacional y actividad económica son relativamente bajas. Aunque para la primera mitad del Siglo XX su capa vegetal sufrió un desmonte desmedido a consecuencia de la expansión de la actividad agrícola, la merma de este sector económico ha permitido el surgimiento de bosques secundarios que paulatinamente han recobrado los valores y funciones anteriormente señalados.

2. **Zona Cárstica:**

Es la segunda provincia con mayor extensión territorial. Sus rasgos topográficos constituyen uno de los ejemplos más sobresalientes y desarrollados de las formaciones cársticas en el mundo. Componen su paisaje una extensa y variada combinación de vida silvestre, cuevas, cavernas, sumideros, valles y mogotes que le imprimen un gran valor ecológico, estético y turístico. Las particulares condiciones de geología, relieve, suelo, clima e hidrología de esta zona la convierten en un área imprescindible para la recarga, filtración y almacenaje de las aguas subterráneas. De hecho, la reserva más grande de agua subterránea en la Isla se ubica en esta provincia (Gran Acuífero del Norte). El relieve llano de los valles cársticos y los abundantes abastos de agua han propiciado el uso intensivo de los terrenos para actividades industriales (la mayor concentración en la Isla), urbanas y agrícolas. Sin embargo, la marcada extensión de estos usos ha puesto en serio riesgo la estabilidad y conservación ambiental de esta zona. La destrucción de mogotes, relleno de sumideros, fragmentación de bosques, sobre-explotación de acuíferos y la contaminación severa de lugares que representan un peligro inminente a la salud pública y el ambiente son ejemplos concretos de esta realidad.

3. **Llanos Costeros:**

Es la provincia con menor extensión territorial y, a su vez, con mayor competencia por el uso de sus terrenos. Debido a su ubicación entre las zonas montañosas y la costa, esta provincia desempeña un rol ambiental de ser área de transición entre los recursos terrestres y marinos. Se encuentran en ella la mayor diversidad y extensión de los humedales

identificados en la Isla (palustre, ribereño, estuarino y marino), los terrenos más hábiles para el desarrollo agrícola industrial, acuíferos aluviales de importancia regional, así como las áreas más vulnerables a eventos de inundación. A su vez, debido a su relieve llano, recursos de agua y proximidad a la costa, se han ubicado en ella los principales centros urbanos del País. Esta es la provincia con mayor densidad poblacional y actividad económica. Sin embargo, el marcado avance del desarrollo urbano ha limitado sus atributos y funciones ambientales, el potencial agrícola de sus suelos y las áreas disponibles para el desarrollo armonioso y planificado de la infraestructura (transportación, utilidades, manejo de desperdicios sólidos, etc.).

Con esta breve descripción queda demostrado que la topografía juega un papel importante en la hidrología y recursos de agua de la Isla. 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 anual. (Ver el Anejo 2, Mapa 1: Cuencas Hidrográficas de Puerto Rico.) 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 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 cárstica 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 hayan en la región sur, desde Juana Díaz hasta Peñuelas.

Las elevaciones extremas en Puerto Rico son el Mar Caribe, como el punto más bajo con cero (0) metros, y el más alto es el Cerro de Punta, con 1,338 metros. La variación en elevación desde la costa hasta los montes es importante en la hidrología 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. En términos de magnitud, las elevaciones mayores en la Isla alcanzan 4,400 pies sobre el nivel del mar en la Cordillera Central, precipitándose a cero (0) en menos de 15 millas de distancia en cualquier dirección. 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. Los embalses construidos en muchas de las cuencas centrales no tienen la capacidad de retener estos flujos de gran magnitud, lo cual es un factor importante en la disponibilidad de agua para los diferentes usos de la población. Por otro lado, estos pulsos de agua fresca juegan un papel importante en el ciclo ecológico de los ríos y estuarios. En los estuarios,

estos pulsos de gran magnitud 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 boca de algunos ríos, permitiendo el flujo sin interrupción del agua al mar. Estos efectos son parte del ciclo de vida de varias especies de peces y camarones que habitan en la zona estuarina y dependen de estos ciclos para su supervivencia a largo plazo.

SUELOS

Los suelos de Puerto Rico contribuyen al balance hidrológico de la Isla al afectar la escorrentía e infiltración, así como la erosión y transporte de sedimentos. En general, los suelos en las cuencas hidrográficas son variados y complejos, dependiendo de su origen, el cual incluye residuos volcánicos originales y meteorizados, material sedimentario calizo y aluvial, y combinaciones que incluyen materia orgánica.

Los suelos de mayor porosidad se encuentran en los valles aluviales costaneros, así como en la zona del carso del norte. En estas zonas, los suelos permiten altas tasas de infiltración, y contribuyen con altas concentraciones de material orgánico, que los hace adecuados para el uso agrícola.

Los suelos en la zona central, mayormente de origen volcánico, también son de alta porosidad y contribuyen a retener parte de la escorrentía antes de que llegue a las quebradas y riachuelos que forman los ríos principales de la Isla. Estos suelos son objeto de erosión intensa durante las lluvias de alta intensidad que periódicamente afectan la zona central. Este material erodado es, a su vez, transportado aguas abajo hacia los ríos y los embalses, contribuyendo a su sedimentación. La susceptibilidad a la erosión y exposición de estos suelos a la lluvia y escorrentía, cuando se remueve la flora de las cuencas, contribuye a acelerar el desgaste de la superficie terrestre y a la sedimentación de los embalses.

GEOLOGÍA

La geología de Puerto Rico es extremadamente variada para una Isla de tamaño relativamente menor. En la superficie, los suelos de origen volcánico, o material meteorizado, contribuyen a las características hidrogeológicas de los suelos. Estas características se reflejan en la capacidad de infiltración y la erodabilidad, lo que, a su vez, afecta la hidrología superficial y subterránea de la zona central y los valles costaneros.

Los acuíferos principales de la Isla son el resultado de cambios geológicos a través del tiempo. En la zona central, rocas de origen volcánicas o intrusivas constituyen, en general, acuíferos de importancia secundaria o menor, almacenando agua principalmente en fracturas. Las excepciones ocurren en los valles centrales de Cayey, Caguas, Cidra y en valles menores en varios

INFORME SOBRE EL ESTADO Y CONDICIÓN DEL AMBIENTE EN PR 2002

CAPÍTULO 2: TRASFONDO HISTÓRICO Y SITUACIÓN ACTUAL

municipios, donde depósitos de aluvión forman acuíferos secundarios de donde se extraen cantidades moderadas de agua para usos domésticos e industriales.

En contraste, en las costas norte y sur se encuentran los acuíferos más productivos de la Isla. En la costa norte, depósitos aluviales sobre rocas calizas del Periodo Terciario y Cuaternario forman el acuífero llano, de gran productividad, y que al presente provee aproximadamente 30 mgd. de agua para usos domésticos e industriales. El acuífero llano descansa no-uniformemente sobre el acuífero profundo, el cual posee características artesianas en varios segmentos, particularmente en la zona desde Barceloneta hasta Arecibo.

En la costa sur, depósitos aluviales con espesores de hasta 2,000 pies descansando sobre rocas volcánicas forman el acuífero aluvial del sur, extendiéndose en tres provincias desde Patillas hasta Guánica. Este acuífero provee aproximadamente el 50% del agua (25 mgd.) para usos domésticos en la región, siendo, a la misma vez, una fuente importante de agua para riego agrícola.

Depósitos aluviales de importancia menor a los del norte y sur ocurren en los valles del este y oeste. En estas zonas, el aluvión es menor de 100 pies de espesor, y aporta cantidades moderadas de agua para usos domésticos principalmente.

Nota: Para la hidrogeología detallada de Puerto Rico, ver publicaciones del USGS, en particular, el informe reciente de Renken y otros (USGS, 2002).

USOS DE TERRENOS

Puerto Rico tiene una población aproximada de 3,885,877 habitantes (julio 2003 est.), con una densidad poblacional de 1,101 personas por milla cuadrada (450 personas por kilómetro cuadrado), una tasa de crecimiento anual de 58% (2003 est.), una tasa de natalidad anual de 15 nacimientos/1,000 personas (2003 est.) y una tasa de mortalidad de 7.68 muertes/1,000 personas (2003 est.)⁵ Esta densidad poblacional es una de las más altas del planeta. Al compararla con la de otros países, nuestra densidad poblacional es cinco (5) veces mayor que la de Estados Unidos, Canadá, Brasil, España, Costa Rica y Cuba.

Para el 2010 se espera que la población de Puerto Rico sea de sobre 4,438,000 personas, según estimados producidos por el Negociado del Censo del Departamento de Comercio Federal⁶.

A pesar de que la tasa de crecimiento anual ha ido en descenso por décadas (1960-70: 1.54; 1970-80: 1.66; 1980-90: 0.97; 1990-00: 0.79), la expectativa de vida de la población ha ido en aumento. Ello requiere el proveer opciones de

⁵ Fuente de dato: CIA The World Fact Book PR (Internet).

⁶ Fuente de dato: Informe sobre el Estado y Condición del Ambiente 2002 / Autoridad de Tierras.

vivienda para la población de mayor edad y satisfacer otras necesidades especiales de vivienda, como las de interés social, para la población de escasos recursos. Esto plantea la problemática actual de la utilización de terrenos para esos fines, que por su valor económico podrían estar en competencia con los recursos naturales.

El recurso tierra en Puerto Rico es uno de los recursos más escasos y sujeto a gran competencia de usos. Las decisiones en el ámbito colectivo de poder utilizar este recurso en forma responsable para satisfacer las necesidades de la población en cuanto a vivienda, intercambio de bienes y servicios, empleo, industrias, áreas recreativas, instalaciones dotacionales y de infraestructura, así como la protección del ambiente, son de los grandes retos que confronta nuestra sociedad y otras sociedades en el mundo. Son muchos los factores que hacen sumamente compleja la toma de decisiones en cuanto a cómo se ha de determinar los usos de terrenos en un limitado territorio geográfico.

Tanto la salud como el bienestar de la sociedad, en general, están relacionados con el ambiente natural. Si, por ejemplo, tenemos aire o aguas contaminadas nuestra salud puede verse afectada seriamente. Igualmente, se afectarían los ecosistemas naturales que podrían ser impactados negativamente si no se protegen adecuadamente. El recurso tierra también puede verse degradado, principalmente cuando se perturba el hábitat y especies en peligro de extinción.

Una parte importante de todo proceso de planificación es la identificación de los problemas que ha experimentado Puerto Rico en los últimos años que inciden en el uso de los suelos. Entre éstos, se puede mencionar el patrón histórico de desarrollo físico-espacial, el crecimiento de la huella urbana, el desparramamiento urbano, la lotificación indiscriminada de los terrenos, el desarrollo costanero, la perturbación de hábitat de especies en peligro de extinción, la pérdida de terrenos agrícolas, la deforestación, la pérdida de diversidad biológica, la contaminación de los cuerpos de agua superficiales y subterráneos, la erosión y sedimentación de los suelos, la alteración de las cuencas de ríos y quebradas, el pobre manejo de desperdicios sólidos, y la congestión vehicular, entre otros. Todos ellos, sin dejar de mencionar nuestro patrón de consumo y los cambios en la estructura económica, que también inciden en la utilización de los terrenos.

En cuanto a servicios se refiere, un estimado de la cantidad de terrenos propiedad de la Autoridad de Energía Eléctrica (AEE) y el uso de los mismos se pueden ver en el Anejo 3, Tabla 2: Uso de los Terrenos Propiedad de la AEE. El plan de expansión de la AEE persigue la diversificación geográfica, la diversificación de combustibles (con especial interés en el uso de gas natural) y el uso de fuentes renovables de energía. La AEE mantiene actualmente contratos de compra de energía con las cogeneradoras EcoEléctrica en Peñuelas (con una capacidad de generación de 507 MW a base de gas natural) y AES en Guayama (con una capacidad de generación de 454 MW a base de carbón). Además de contribuir a la diversificación de las fuentes de generación,

estos contratos contribuyen a aumentar la confiabilidad del sistema de generación de la AEE. En cuanto a fuentes renovables de energía, la AEE participa en el estudio *Puerto Rico Wind Resource Assessment Phase I*, que recibe fondos federales del Departamento de Energía y se realiza conjuntamente con el Recinto de Mayagüez de la Universidad de Puerto Rico.

El uso de terrenos en Puerto Rico afecta los recursos de agua, así como su conservación, manejo y uso efectivo. En las cuencas hidrográficas, la urbanización de los terrenos, la remoción de la flora y la corteza terrestre, y prácticas inadecuadas de cultivo, contribuyen a alterar los procesos hidrológicos. En particular, la exposición de los suelos aumenta las tasas de escorrentía al reducirse la foresta. Aunque, en teoría, la infiltración en los suelos expuestos aumenta, en realidad en suelos de pendientes severas el aumento en la tasa de escorrentía neutraliza este efecto. De igual forma, la exposición de los suelos aumenta el potencial de erosión, lo que, a su vez, resulta en tasas elevadas de transporte de sedimentos hacia los valles y los cuerpos de agua. La calidad del agua se afecta, a su vez, por aumentos en turbiedad, al aumentar el transporte de sedimentos⁷.

El inventario de usos de terrenos más reciente disponible en Puerto Rico data de 1991 y se resume en el Anejo 3, Tabla 3: Cubierta del Terreno en Puerto Rico de 1991. 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 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. Estos cambios en usos de terrenos con el tiempo continúan afectando la hidrología de la Isla y los recursos de agua⁸.

Al presente, se procura ser más riguroso al aplicar tanto la reglamentación estatal como la federal para propiciar un desarrollo sustentable. Igualmente, esa iniciativa la tomaron algunos municipios al ordenar su territorio a través de las facultades que le otorga la Ley 81 de Municipios Autónomos del 30 de agosto de 1991. Esta Ley permite clasificar el territorio en suelos urbanos, urbanizables programados y no programados, rústicos y rústicos especialmente protegidos; donde se identifica particularmente los terrenos que cuentan con recursos naturales de importancia que requieran tener una calificación especial⁹.

El Capítulo 13 de la Ley de Municipios Autónomos establece que un Plan Territorial será un instrumento de ordenación integral y estratégico de la totalidad del municipio. El Plan definirá los elementos fundamentales de la ordenación y establecerá el programa para su desarrollo y ejecución. Además, tendrá entre

⁷ DRNA / Informe sobre el Estado y Condición del Ambiente en PR.

⁸ DRNA / Informe sobre el Estado y Condición del Ambiente en PR.

⁹ Fuente de dato: Informe sobre el Estado y Condición del Ambiente en PR 2002 / JP.

INFORME SOBRE EL ESTADO Y CONDICIÓN DEL AMBIENTE EN PR 2002
CAPÍTULO 2: TRASFONDO HISTÓRICO Y SITUACIÓN ACTUAL

sus funciones dividir el territorio municipal en categorías para disponer de la ordenación de los usos y las estructuras en los suelos.

Hasta el 2002, hay 17 municipios que tienen aprobados Planes Territoriales:

- | | | |
|---------------|------------|-----------------|
| * Aguadilla | * Carolina | * Sabana Grande |
| * Barceloneta | * Cidra | * San Germán |
| * Bayamón | * Guaynabo | * San Sebastián |
| * Cabo Rojo | * Manatí | * Santa Isabel |
| * Caguas | * Morovis | * Vieques |
| * Canóvanas | * Ponce | |

Estos municipios contienen 543,249.29 cuerdas y representan el 24% del territorio de la Isla. Su clasificación se resume en el Anejo 3, Tabla 4: Clasificación de los Suelos.

Se encuentran en proceso de aprobación por la Gobernadora cinco (5) Planes Territoriales:

- | | | | | |
|----------|-----------|----------|---------|------------|
| * Ciales | * Humacao | * Jayuya | * Lares | * San Juan |
|----------|-----------|----------|---------|------------|

(Ver el Anejo 2, Mapa 2: Situación de los Planes de Ordenación [diciembre de 2002].)

Entre las funciones de la Junta de Planificación de Puerto Rico está la designación de Zonas de Interés Turístico y Reservas Naturales. Se han designado las siguientes 22 Zonas de Interés Turístico:

- | | | | |
|--------------------------|-----------|----------------|--------------------|
| * Aguadilla | * Condado | * Isla Verde | * Rincón |
| * Aguirre-Bahía de Jobos | * Fajardo | * Lajas | * Río Grande |
| * Añasco | * Guánica | * Luquillo | * San Germán |
| * Cabo Rojo | * Hatillo | * Naguabo | * San Juan Antiguo |
| * Camuy | * Humacao | * Ponce | |
| * Coamo | * Isabela | * Quebradillas | |

Las mismas comprenden 96,907.89 cuerdas en 30 municipios. Estas zonas se caracterizan por una serie de atractivos naturales y artificiales que están actualmente desarrollados o que tienen un potencial turístico, tales como: playas, lagos, bahías, lugares históricos, estructuras o ambientes de valor histórico o arquitectónico y parajes de gran belleza natural, dentro de los cuales las estructuras y otros elementos son de básica y vital importancia para el desarrollo del turismo en Puerto Rico.

Se han designado 25 reservas naturales, incluyendo Punta Guaniquilla y Caño Boquilla en Mayagüez, ambas designadas en el 2002. Además, se enmendó en el mismo año el Plan de Manejo de la Cuenca Hidrográfica de la Laguna Tortuguero. (Ver el Anejo 3, Tabla 5: Reservas Naturales Designadas.)

A continuación una descripción de las últimas Áreas de Reservas Naturales Designadas y del Plan de Manejo de la Cuenca Hidrográfica de la Laguna Tortuguero, enmendado:

1. **Reserva Natural Caño Boquilla - Municipio de Mayağüz:**

El Departamento de Recursos Naturales y Ambientales sometió el documento de designación del Caño Boquilla en Mayağüz como Área de Reserva Natural. La Junta de Planificación, mediante la Resolución PU-002-02-29-01 del 21 de agosto de 2002, designó los terrenos de dominio público del Caño Boquilla como Área de Reserva Natural. (Ver el Anejo 2, Mapa 3: Reserva Natural Caño Boquilla.)

Posteriormente, cuando el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales haya precisado las fincas privadas y se haya identificado los posibles mecanismos que le permitan tener control sobre los terrenos privados, se solicitará la ampliación de la Reserva Natural para incluir todos los terrenos que componen el sistema natural del Caño Boquilla.

Los valores y atributos del Caño Boquilla justificaron que el Programa de Manejo de la Zona Costanera de Puerto Rico lo incorporara en la lista de áreas recomendadas a designarse como Reserva Natural. La incorporación se hizo mediante el mecanismo de implantación rutinaria "Routine Program Implementation: {15 CFR 923.80 (c)}", acción que fue notificada por la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica de los Estados Unidos (NOAA, por sus siglas en inglés) el 24 de noviembre de 1982.

Los terrenos de dominio público marítimo terrestre designados como Reserva Natural del Caño Boquilla en esta primera fase comprenden 120 cuerdas aproximadamente. Esto incluye los terrenos colindantes al Caño Boquilla y el litoral. Consiste de toda la extensión del canal principal y sus ramificaciones, todos los segmentos de pantano estuarino asociados a sus márgenes y cuencas inmediatas (manglar-Pterocarpus). La porción litoral abarca la zona marítimo terrestre desde el Caño La Puente, por el norte, hasta Punta Algarrobo, por el sur y nueve millas náuticas mar afuera.

El Caño Boquilla es un humedal estuarino único en su tipo. Constituye un recurso de valor ecológico, histórico y arqueológico. Este sistema natural desempeña funciones esenciales como hábitat para varias especies de flora y fauna, algunas de ellas en peligro de extinción, como el tinglar y el Carey de concha. Se distingue por la presencia de uno de los pocos rodales del árbol conocido como Palo de Pollo, en peligro de extinción. Desempeña un rol importante como medida natural de control de inundaciones. Sus características físicas, ecológicas, geográficas y de valor social y ambiental de los recursos naturales existentes, ameritan conservación y preservación.

2. Reserva Natural - Punta Guaniquilla:

La Junta de Planificación, en su reunión del 30 de octubre de 2002, adoptó la designación de Punta Guaniquilla como Área de Reserva Natural mediante la Resolución PU-002-2002-55-03 en los terrenos de dominio público, según la petición del Departamento de Recursos Naturales y Ambientales. Esta última agencia elaboró el Documento de Designación de Reserva Natural Punta Guaniquilla. (Ver el Anejo 2, Mapa 4: Reserva Natural Punta Guaniquilla.)

Los valores y atributos de Punta Guaniquilla justificaron que el Programa de Manejo de la Zona Costanera de Puerto Rico lo incorporara en la lista de áreas recomendadas a designarse como Reserva Natural. La incorporación se hizo también mediante el mecanismo de implantación rutinaria.

Punta Guaniquilla está localizada en el suroeste de Puerto Rico, aproximadamente en la latitud 18^o 02' 41" y la longitud 67^o 12' 12" 0. Sus límites geográficos ubican en el Barrio Pedernales de Cabo Rojo. Sus colindancias están definidas por la zona marítimo terrestre y el Canal de Guanajibo en su extremos noroeste, los terrenos del extremo más proyectado hacia el mar del Cabo Punta Guaniquilla y la zona marítimo terrestre adyacente a depósitos de playa por el suroeste, uno de los segmentos del Bosque Estatal de Boquerón constituido por manglares de borde definen el extremo sur, la Carretera PR-307 delimita por el este y el margen norte lo constituye la Playa Buyé.

El límite de los terrenos del área que se designó como Reserva Natural Punta Guaniquilla comprende 431.92 cuerdas que corresponde a los contornos legales de Puerto Rico (representado por el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales, con 387.92 cuerdas) y al Fideicomiso de Conservación de Puerto Rico (FCPR), con 44.0 cuerdas. En el margen oeste se extiende nueve (9) millas náuticas de jurisdicción estatal. La franja costera de la Reserva Natural Punta Guaniquilla contiene el arrecife más importante que bordea desde el Sector Joyuda hacia Mayagüez. Estos arrecifes no han sido impactados y se encuentran en buena condición. Su ubicación los clasifica como uno de los pocos arrecifes de Puerto Rico que desde la orilla se pueden observar. Esta particularidad es beneficiosa para propósitos investigativos, educativos, recreativos y turísticos de la propiedad pertenecientes al Estado Libre Asociado.

El área que comprende la Reserva Natural Punta Guaniquilla constituye el hábitat para varias especies de la vida silvestre de la zona costanera de la porción suroeste de Puerto Rico. Algunas de estas especies se encuentran en estado crítico, como el pato chorizo, chirriría, caribeña, el pelícano pardo, y otros. Asimismo, en el área existen poblaciones de especies de plantas que están identificadas en estado crítico, como lo es la ausuba, manillkara

pleeana, la palma de lluvia, gaussia attenuta, el haya prieta, oxandra lanceolada y cóbana negra, stahlia monosperma.

3. Cuenca Hidrográfica Laguna Tortuguero:

La Cuenca Hidrográfica de la Laguna Tortuguero se delimitó a base de la escorrentía superficial, los flujos subterráneos, el balance del ecosistema existente y todas aquellas áreas que tienen efectos sobre el equilibrio hidrológico de la Laguna. (Ver el Anejo 2, Mapa 5: Zonificación Especial para la Cuenca Hidrográfica de la Laguna Tortuguero.)

La Junta de Planificación adoptó, el 11 de septiembre de 2000, el Plan y Reglamento Especial para la Cuenca Hidrográfica de la Laguna Tortuguero y su Mapa de Zonificación Especial. Con estos documento se derogaron el Reglamento y el Mapa de la Cuenca Hidrográfica de la Laguna Tortuguero, adoptado por la Junta de Planificación el 20 de octubre de 1978 y aprobado por el Gobernador de Puerto Rico el 5 de febrero de 1979.

El Plan y Reglamento Especial para la Cuenca Hidrográfica de la Laguna Tortuguero, que incluye el Mapa de Zonificación Especial, tienen entre sus objetivos el establecer la política pública que ha de guiar el uso de los terrenos del área. La Junta adoptó enmiendas el 10 de abril de 2002 a los límites de la Reserva Natural de la Laguna Tortuguero y de la Cuenca Hidrográfica de la Laguna Tortuguero en el extremo Noroeste para incluir los terrenos al norte de los tramos de las Carreteras PR 685 y PR 686, según solicitado por el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales.

La Cuenca Hidrográfica de la Laguna Tortuguero está ubicada en una zona cárstica de gran valor hidrogeológico y ecológico. Está compuesta por cerros de roca caliza, rodeados por valles compuestos de sedimentos de arenas o arcilla con arena, algunos de los cuales constituyen profundos sumideros.

Con el tiempo se forman pasajes o canales de disolución, al disolverse paulatinamente la roca caliza debido al flujo frecuente del agua a través de ella. Estos canales o aperturas se interconectan y amplían, resultando en sistemas de cavernas subterráneas. De esta manera, también se forman los sumideros, mediante el colapso de zonas en los valles intermogotes. El colapso de la superficie ocurre debido a la acción disolvente del agua que frecuentemente se percola a través de estos valles a lo largo de cientos y miles de años, debilitando puntos particulares del medio rocoso. Por la acción recurrente de las lluvias y las escorrentías, las depresiones van paulatinamente adquiriendo más profundidad. Las paredes de los sumideros están inclinadas en ángulos que exceden los 45 grados. En algunos, la basura, yerbas y sedimentos acumulados en la abertura a veces los sellan completamente. Se recomiendan medidas de manejo de los sumideros (ya inventariados y localizados) para permitir que las aguas fluyan

por los mismos, siguiendo así su curso natural a través de los conductos subterráneos hacia la Laguna. Sellarlos puede significar un gran peligro futuro para el área donde ubican, máxime cuando existen estructuras cercanas, lo cual pone en riesgo las vidas de los habitantes del lugar.

El conjunto del paisaje cárstico en toda su variabilidad, la típica vegetación y los nichos ecológicos asociados convierten esta área en una de incomparable valor escénico, convirtiéndola, a su vez, en un área con un potencial turístico ecológico y de investigación científica.

Esta Reserva Natural es rica en especies de flora y fauna. En los terrenos que la componen, tanto de naturaleza hídrica o de tierra firme, existen cerca de 264 especies de plantas vasculares, de las cuales 83 son raras o en peligro de extinción.

La Laguna Rica, parte también de la Reserva Natural, es crítica para la vida silvestre, y contiene especies en peligro de extinción en su adyacencia. Actualmente el nivel de sus aguas se observa muy bajo. Esta Laguna se nutre principalmente de las aguas de escorrentía, por lo que urge la necesidad de controlar los desarrollos al este de la misma.

La Cuenca se subdividió en cuatro (4) Zonas de Cuenca que se describen a continuación:

a. Zona de Cuenca 1:

Esta zona está compuesta por la Reserva Natural de la Laguna Tortuguero, que incluye el Puerto de Tortuguero, extensas fincas públicas y privadas que le rodean y la Laguna Rica. La zona costanera en el Puerto de Tortuguero es altamente erosiva, por lo que la Carr. PR 686 está amenazada, y será imposible mantenerla o mejorarla a largo plazo porque está ubicada en una Barrera Costera, según clasificación de FEMA (Federal Emergency Management Agency).

Según el libro "Living with the Puerto Rico Shore" de David M. Bush, et al. (1995), la Laguna Tortuguero es el canal más antiguo del Río Cibuco y en algún momento futuro el río va a cambiar su curso y reocupará la Laguna. Esto documenta la relación estrecha entre ambos sistemas.

Todas las escorrentías superficiales en esta zona van hacia estos cuerpos de agua. Su flora y fauna es de gran valor ecológico, así como los depósitos de arenas silíceas que la componen. La Laguna Tortuguero está rodeada de humedales salobres y de agua dulce que albergan las siguientes comunidades: ciénagas salobres y de agua dulce, estanques llanos, praderas y sabanas húmedas, pantanos herbáceos, bosques y arboledas pantanosas. Esta zona ha estado afectada por la presión de desarrollo de la zona de Cuenca 2, en su

mayoría por las urbanizaciones unifamiliares, por las vías que se han construido (Expreso de Diego), por el mal manejo de los sumideros, por la ganadería, por los cultivos de piñas, y otros problemas que se discutirán más adelante.

b. Zona de Cuenca 2:

Esta es el área a ambos lados de la Carretera PR 2 que incluye desarrollos de carácter urbano y terrenos de alta productividad agrícola dedicados mayormente al cultivo de la piña y pastos. El Plan Territorial de Manatí clasificó gran parte de los terrenos al sur del casco urbano como suelos urbanizables programados y no programados, lo que significa, que en un periodo aproximado entre cuatro (4) a ocho (8) años se convertirían en suelos urbanos. El Municipio sostiene que son los únicos terrenos aptos para desarrollo debido a que poseen toda la infraestructura necesaria y ya tienen una gran presión de desarrollo por los proyectos propuestos.

En esta zona también ubican industrias de productos químicos, que dependiendo del manejo de sus desechos y del uso y tratamiento de las aguas, representan un gran riesgo para el sistema natural de Laguna Tortuguero. Existe una gran concentración de sumideros en esta zona, que en su mayoría no son manejados adecuadamente. Estos representan también un gran peligro para la zona y para la conservación de la Reserva Natural, debido al desarrollo desmedido que ha habido, como por ejemplo, la construcción de escuelas y urbanizaciones sobre estos sumideros, dependiendo de su manejo y uso a través de toda la cuenca. Además, al no hacer buen uso de los sumideros, todas las aguas que penetren a través de ellos emergen eventualmente a la laguna a través de manantiales, por lo que la posibilidad de que lleguen a ella contaminantes es mayor.

c. Zona de Cuenca 3:

Esta es un área de topografía cárstica al sur de la Carr. PR 672. Es un área crítica, donde se encuentra el área mayor de recarga del acuífero Aymamón, que suple aguas a las Lagunas Tortuguero y Rica. Su topografía es predominantemente escarpada y se caracteriza por sumideros y pequeños valles entre los mogotes.

Posee muchas cuevas y yacimientos arqueológicos. Son terrenos de alta productividad agrícola y forestal. En los valles se cultiva principalmente la piña. Estos terrenos fueron calificados en su mayoría B-1 (Bosques Interior) y A-1 (Agrícola de alto potencial).

d. Zona de Cuenca 4:

Esta zona se encuentra en el extremo sur de la cuenca, donde se origina su hidrografía. Está compuesta principalmente por bosques y pastos que están calificados B-1 (Bosque Interior) y A-2 (Agrícola General) y por comunidades calificadas AD (Áreas Desarrolladas). Según la delimitación de la cuenca, esta zona está compuesta por segmentos de los municipios de Morovis, Ciales, Manatí y Vega Baja.

4. Reservas Agrícolas:

En Puerto Rico la pérdida de terrenos agrícolas ha sido alarmante. Datos del Censo Agrícola Federal indican que el País ha perdido casi un (1) millón de cuerdas entre el 1952 y el 1998, representando esto el 53% de cuerdas en usos agrícolas existentes en el 1952. (Ver el Anejo 4, Gráfica 1: Terrenos Agrícolas en Puerto Rico.) Entre el 1992 y 1996 se perdieron 688,143 cuerdas. Actualmente quedan aproximadamente 800,000 cuerdas disponibles para el desarrollo agrícola, producto del crecimiento urbano desmedido, competencia con otros sectores económicos y la ausencia de una planificación sustentable.

De acuerdo con información suministrada por la Autoridad de Tierras de Puerto Rico, se asegura que la pérdida de terrenos agrícolas desde el 1997 es alrededor de 25,000 cuerdas anuales. Estos terrenos se han destinado a la construcción de carreteras, centros comerciales, urbanizaciones y fábricas. La conversión a otros usos no-agrícolas de un (1) millón de cuerdas de terreno desde el 1950 representa una pérdida mayor que la que haya tenido cualquier otro país en términos de infraestructura agropecuaria y agroindustrial. La cantidad de tierra agrícola per cápita de Puerto Rico es actualmente de 0.08 hectáreas por persona, lo que nos ubica entre los tres países con menor capacidad de suministro de alimentación a la población, siendo superado por Japón y China. Según señalan documentos de la Autoridad de Tierras, la limitada cantidad de terrenos agrícolas con que cuenta el País actualmente para suplir las necesidades alimenticias de la población representa un riesgo, en caso de una emergencia en Estados Unidos, ya que la Isla depende en gran medida de la importación de alimentos producidos en este País.

En el descargo de su responsabilidad de conservar las tierras agrícolas de Puerto Rico y facilitar su aprovechamiento, la Autoridad de Tierras ha adquirido, mediante compra y/o expropiación, alrededor de 95,000 cuerdas de terreno en todo el País, especialmente en la zona costanera. Actualmente esa agencia posee alrededor de 81,000 cuerdas que se dedican principalmente a propósitos agrícolas y de conservación. (Ver el Anejo 3, Tabla 6: Distribución de los Terrenos de la Autoridad de Tierras por Usos al 30 de junio de 2002.) Desde el 1999 el Gobierno del Estado Libre Asociado de Puerto Rico comenzó negociaciones con la sucesión Antonio

Roig de Humacao para la compra de terrenos de alto valor agrícola. Se proyecta concretizar un contrato de compraventa durante el 2003. La titularidad y preservación recaerá en la Autoridad de Tierras de Puerto Rico. Se estima en cerca de las 5,000 cuerdas la transacción de terrenos, con 3,000 cuerdas en Yabucoa; 1,200 cuerdas en Humacao y 800 cuerdas en Naguabo. Con esta acción se espera aumentar el cuerdaje agrícola a 86,302 cuerdas.

No obstante estos esfuerzos, la pérdida tan acelerada de tierras agrícolas que se observa en las estadísticas presentadas hace imperioso que se busquen otros mecanismos que permitan lidiar con la situación. Uno de estos mecanismos son las reservas agrícolas. La aprobación de proyectos para la delimitación de reservas agrícolas, así como las proyectadas reservas agrícolas de Cibuco, Añasco y Yabucoa, constituyen esperanzas reales en la preservación agrícola. (Ver el Anejo 2, Mapa 6: Valles de Cibuco, Añasco y Yabucoa.) El establecimiento de las reservas agrícolas estará acompañado de un Reglamento de Zonificación Especial (en preparación), que establece los diferentes distritos dentro de las reservas y sus usos permitidos.

La delimitación especial de la Reserva Agrícola del Valle de Lajas está centralizada en las áreas cubiertas por el sistema de riego del Valle de Lajas. (Ver el Anejo 2, Mapa 7: Valle de Lajas.)

Este importante sistema de riego, único en Puerto Rico, se extiende desde Yauco hasta Cabo Rojo. Posee un canal principal de 21 millas de largo y los canales laterales tienen 43 millas de largo. Los suelos que tienen acceso al riego son de gran productividad, en su mayoría de Clase I. Por otro lado, el Valle del Coloso está formado en su gran mayoría por suelos de aluvión a consecuencia de ser una zona bañada por importantes cuerpos de agua, como el Río Culebrinas y el Río Cañas. (Ver el Anejo 2, Mapa 8: Valle del Coloso.) Aún cuando estos terrenos son susceptibles a inundaciones, poseen un alto potencial de desarrollo agrícola y pueden ser aprovechados al máximo si son bien manejados y se les aplican buenas técnicas de desagüe. La Reserva Agrícola de Guanajibo está bañada por el Río Guanajibo y sus tributarios. (Ver el Anejo 2, Mapa 9: Valle de Guanajibo.) Sus suelos son mayormente Tipo I y, por estar contiguos a tres (3) centros urbanos, comienzan a padecer los estragos de un desarrollo urbano desparramado y, como tal, es imperiosa su conservación. Además, en el área hay varias reservas naturales, salinas y lagunas, como la de Cabo Rojo, las cuales deben estar protegidas por zonas de amortiguamiento.

Las leyes aprobadas para la creación de reservas agrícolas son la Ley 277 de 1999 (Valle de Lajas), Ley 142 de 2000 (Valle del Coloso) y la Ley 184 del 2002 (Valle de Guanajibo). En todas estas leyes se ha reconocido la importancia de la agricultura como una actividad económica rentable y la necesidad de la protección de los terrenos agrícolas. Esto debido al ritmo

acelerado del desarrollo urbano y a la pérdida considerable de terrenos agrícolas en los pasados 20 años que, según se indicó anteriormente, ya en el 1996 sobrepasaba las 600,000 cuerdas. Estas leyes ordenan la promulgación y adopción de una resolución de zonificación especial para estimular la producción y desarrollo agrícola, prohibir la aprobación de consultas de ubicación, el otorgamiento de permisos de construcción o de uso en contravención con dicha política pública, y la segregación de fincas en predios menores de 50 cuerdas en Lajas y Guanajibo y de 10 cuerdas en Coloso, por la Junta de Planificación, la Administración de Reglamentos y Permisos, y aquellos municipios donde ubiquen terrenos de la Reserva aquí a establecerse. Además, una contribución especial, ordenar la revocación de todo permiso concedido por agencias reguladoras y el cese de toda actividad no agrícola requiere la identificación de la titularidad de todas las fincas y el deslinde de las fincas con potencial agrícola que sean propiedad de agencias gubernamentales y corporaciones públicas, desarrollar e implantar un plan para el desarrollo integral de los valles y para otros fines relacionados.

En la exposición de motivos de estas leyes se define la extensión geográfica de los valles. El Valle de Lajas delimita el área desde Yauco hasta el Barrio Boquerón de Cabo Rojo. El Valle del Coloso se extiende por los límites territoriales de los municipios de Aguada, Aguadilla y Moca y, finalmente, el Valle de Guanajibo abarca Buenavente, Bajura, Sabana Eneas y Sabana Grande Abajo de los municipios de Hormigueros, Cabo Rojo y San Germán. Los suelos a ser preservados son de gran valor agrícola y con gran potencial agrícola.

La finalidad en la creación de la zonificación especial de los valles agrícolas es reservar y destinar las fincas de los referidos valles a la producción agrícola para aumentar el desarrollo económico de estas regiones.

La delimitación de las reservas agrícolas de Lajas, Guanajibo y Coloso se está evaluando y en proceso de aprobación por la Junta de Planificación. El total de cuerdas de las reservas agrícolas de Lajas, Coloso y Guanajibo puede llegar a 68,648 cuerdas. El Valle de Lajas es el principal, con 51,899, Coloso con 4,547 y Guanajibo con 12,202. El total estimado del área afectada por todas las reservas agrícolas a establecerse eventualmente es de 90,000 cuerdas de tierra. (Ver el Anejo 2, Mapa 10: Valles Agrícolas.)

El Reglamento de Zonificación Especial para la Reserva de los Valles Agrícolas de Puerto Rico (Núm. 28) establece los siguientes Distritos de Conservación Especial:

a. Distrito AR-1 (Agrícola en Reserva Uno):

Comprende terrenos no urbanos ni desarrollados, llanos o semillanos, mecanizables con declives de 0 a 12% por ciento, con facilidades de

riego o disponibilidad para ello, con capacidad de uso agrícola de la Clase I al IV.

b. Distrito AR-2 (Agrícola en Reserva Dos):

Comprende terrenos no urbanos ni desarrollados, cultivables, con declives mayores al 12%, con facilidades de riego o disponibilidad para ello, con una capacidad de uso agrícola de Clase I al VII.

c. Distrito PR (Preservación de Recursos):

Comprende propiedades, o parte de éstas, que constituyen un recurso natural, cultural o ecológico ambiental único o importante para mantener su condición natural y características únicas y especiales con el fin ulterior de estudiarlo y contemplarlo en forma restringida, limitada y controlada.

d. Distrito CR (Conservación de Recursos):

Comprende terrenos, o partes de éstos, cuyo valor natural y ecológico debe mantenerse, conservarse o restaurarse.

e. Distrito CRH (Conservación de Recursos Históricos):

Comprende propiedades, o partes de éstas, cuyo valor histórico, arquitectónico, cultural o arqueológico debe conservarse para futuras generaciones.

f. Distrito AD (Area Desarrollada):

Terrenos comprendidos dentro de la delimitación de una Reserva de Valles Agrícolas, ya desarrollados para usos no agrícolas, diversos o contemplados para crecimiento de áreas desarrolladas.

g. Distrito CRH (Distrito de Conservación y Restauración de Recursos Históricos):

Distrito de conservación y restauración de propiedades o conjunto de propiedades o terrenos que constituyen valores históricos, culturales o arquitectónicos y que deben perpetuarse para futuras generaciones.

h. Distrito DSR (Desarrollo Selectivo de Reserva):

Este distrito tiene el propósito de identificar terrenos en los cuales se pueden autorizar selectivamente usos no agrícolas siempre que no tengan impacto adverso en los terrenos agrícolas y recursos naturales, históricos o culturales que ameriten protección.

Además, están los Distritos Sobrepuestos de Zonificación, que son el Distrito Histórico y el Distrito Arqueológico.

Las vistas públicas para el establecimiento de la Delimitación y Zonificación Especial de las Reservas Agrícolas y el Reglamento se celebraron en febrero de 2002. Los comentarios recibidos en las vistas, al igual que las comunicaciones recibidas, se evaluaron luego de visitas oculares a las áreas donde se solicitó cambio.

Hay que indicar que la elaboración de las delimitaciones contó con la participación del Departamento de Agricultura y un grupo de más de 15 agencias gubernamentales y representantes de los municipios afectados.

La delimitación de las Reservas Agrícolas y el Reglamento que las acompaña es uno de los instrumentos de planificación utilizados para lograr el desarrollo económico sustentable de los valles agrícolas. Las leyes aprobadas contemplan, además, la elaboración de un plan de desarrollo agrícola con incentivos para poder lograr las metas deseadas. El Departamento de Agricultura está trabajando en esto y ya tienen listo el de la Reserva del Valle de Lajas con sus respectivos núcleos de producción agropecuarios. En las restantes reservas agrícolas se está trabajando en los planes de desarrollo.

5. Áreas Ecológicamente Sensitivas:

Las Áreas Ecológicamente Sensitivas son áreas de importantes recursos naturales y ambientales que están sujetas a serios conflictos en su uso presente y potencial. Son aquellas áreas así designadas por la Junta de Planificación mediante Resolución, que por sus características físicas, ecológicas, geográficas y el valor social de los recursos naturales en ellas, ameritan su conservación, preservación o restauración a su condición natural a tono con los Objetivos y Políticas Públicas del Plan de Usos de Terrenos de Puerto Rico. Estas áreas se encuentran amenazadas por el proceso de desarrollo desarticulado. Esto hace imperativo el desarrollo de estrategias de intervención para evitar el deterioro de estas áreas con recursos naturales de gran valor ecológico y natural. En las mismas existe una o más de las siguientes condiciones:

- Está designada por la Junta de Planificación mediante resolución como reserva natural o así identificada en el Plan de Usos de Terrenos o Plan de Ordenación Territorial.
- Terrenos designados como reserva forestal y reserva de vida silvestre por cualquier agencia estatal o federal con facultad para ello.

- Terrenos incluidos dentro de distritos de conservación de recursos naturales conforme a cualquier Mapa de Zonificación, adoptado por la Junta de Planificación.
- Áreas clasificadas como ecológicamente sensitivas por el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales o dentro de algunos de los siguientes sistemas ecológicos: laguna, arrecifes de coral, bosques, cuencas hidrográficas, mangle, cuevas y cavernas, etc.

Entre las razones por las que se debe tomar todas las medidas necesarias para conservar estas áreas se encuentran los siguientes:

- Contribuyen a la protección de nuestro medio ambiente integrando y armonizando el desarrollo con el entorno natural existente.
- Promueven un desarrollo integral sustentable y el uso juicioso del recurso tierra, fomentando la conservación de nuestros recursos naturales para el disfrute y beneficio de las generaciones presentes y futuras.
- Aseguran la disponibilidad de recursos naturales de fácil acceso para los ciudadanos, donde estos pueden disfrutar de los beneficios de estar en contacto con la naturaleza. Además, sirven de hábitat para diversas especies de flora y fauna.
- Pueden servir para fomentar el ecoturismo y otras actividades turísticas que protejan los recursos naturales.
- Estimulan la conservación de los terrenos en su estado natural fuera de los ámbitos de expansión urbana, reconociendo los beneficios sociales y económicos de los mismos.

(Ver el Anejo 2, Mapa 11: Areas Sensitivas.)

6. Recursos Forestales:

Los bosques son un recurso único, ya que restauran y mantienen el balance ecológico de nuestro ambiente. Los bosques conservan el suelo, agua, flora y fauna; proveen servicios ambientales, recursos madereros, productos no madereros y proveen oportunidad para recreación, relajamiento, inspiración y empleo. Los bosques son un recurso valioso y parte esencial de nuestra herencia. El componente forestal de Puerto Rico debe mantenerse, conservarse, protegerse y expandirse para asegurar sus productos y servicios para éstas y futuras generaciones. El organismo gubernamental designado por ley para ejercer esta responsabilidad es el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA).

En los años 40 la superficie forestal disminuyó a sólo 6% del territorio de la Isla. Sin embargo, entre 1930 y 1990 se documenta una recuperación forestal que cubre el 26% del País. Ya para el 1980 la cubierta forestal constituía el 31% del área territorial de Puerto Rico, equivalente a 279 mil habitantes, aumentando en el 1990 a 287 mil habitantes, lo que representa un 32%. (Franco Weaver y Egen McIntosh 1990).

El DRNA identifica las siguientes dos (2) categorías principales de bosques:

a. Bosques Públicos:

Existen 19 bosques públicos designados, de los cuales: quince (15) cuentan con oficiales de manejo asignados, dos (2) cuentan con acuerdos de manejo con grupos comunitarios y dos (2) no cuentan con personal de manejo. Los bosques que no cuentan con personal son Los Tres Picachos, que se encuentra en proceso de adquisición de terrenos, y el bosque de Cerrillos. Entre las actividades de manejo aplicadas en los bosques públicos se incluyen: 1) verificación de colindancias; 2) siembras; 3) participación o colaboración en investigaciones científicas; 4) evaluaciones de usos y permisos solicitados; 5) mantenimiento y mejoramiento de caminos; 6) educación; 7) manejo de áreas recreativas; 8) manejo de plantaciones o bosques secundarios; y 9) coordinación con comunidades o municipios colindantes. Una de las situaciones que es necesario atender es el hecho que los bosques públicos no cuentan con planes de manejo. Los bosques públicos, conocidos también como bosques estatales, ocupan una extensión territorial de 62,164 cuerdas. Para ver su distribución, busque el Anejo 3, Tabla 7: Resumen de Tareas Relacionadas con Reforestación y Evaluación de Casos en Terrenos Privados - Proyectos de Reforestación.

b. Bosques en Terrenos Privados:

El Servicio Forestal del DRNA aplica estrategias de reforestación, reglamentación, manejo e incentivos de conservación como bosque auxiliar en los terrenos privados. Ejemplos de estas estrategias son:

- Designación de Bosque Auxiliar. Esta designación exime al dueño de pago de contribuciones sobre los terrenos, siempre y cuando se apruebe un plan de conservación. Actualmente 79 bosques auxiliares con 6,425.95 cuerdas de terrenos forestales reciben los beneficios de esta estrategia.
- Las estrategias de conservación, aplicadas por medio de los programas de intervención urbana o rural, dependen de los recursos disponibles por regiones.

- Los trabajos de reforestación se nutren desde el vivero central del DRNA, ubicado en el Bosque de Cambalache, el cual sule a viveros regionales para la distribución de árboles nativos, endémicos, incluso, en peligro de extinción, por pueblos.
- Los casos evaluados bajo la reglamentación vigente relacionada al corte, poda y reforestación se trabajan para proyectos de desarrollo, así como para casos simples, es decir, aquellos no asociados a proyectos. En esta estrategia se fomenta la reforestación como medida de compensación por el corte de árboles.
- Los proyectos de siembra y las estrategias de educación se trabajan por región, según el personal asignado a estas áreas de trabajo.

(Ver el Anejo 3, Tabla 8: Resumen de Tareas Relacionadas con Reforestación y Evaluación de Casos en Terrenos Privados - Casos de Reforestación Urbana; Tabla 9: Resumen de Tareas Relacionadas con Reforestación y Evaluación de Casos en Terrenos Privados - Producción y Distribución - Vivero Cambalache; y Tabla 7: Resumen de Tareas Relacionadas con Reforestación y Evaluación de Casos en Terrenos Privados - Proyectos de Reforestación.) En el Anejo 4, Gráfica 2: Reforestación Terrenos Privados 2001, Gráfica 3: Producción y Distribución de Árboles 2002, y Gráfica 4: Reforestación Terrenos Privados 2003, verá los esfuerzos de distribución y siembra de árboles en zonas urbanas o rurales por región para los pasados años.

RECURSO TIERRA

Como se ha mencionado anteriormente, el recurso tierra es uno de los recursos más escasos en Puerto Rico. De sus 9,104 kilómetros cuadrados de área total, incluyendo sus islas adyacentes, 8,959 son de área terrestre, con un interior montañoso formado por una cadena central de montañas que cubre un 60% del terreno, y aproximadamente 980,000 cuerdas son zonas urbanas, incluyendo carreteras.

La densidad poblacional, la actividad económica y el consumo de productos son factores determinantes en la producción de desperdicios, tanto peligrosos como no peligrosos. Uno de los problemas ambientales de mayor preocupación es la contaminación del terreno a causa del manejo de los desperdicios sólidos. Los desperdicios sólidos ejercen una presión sobre el ambiente y los ecosistemas en términos de pérdida de tierras y otros recursos necesarios para su disposición o tratamiento, y además, en términos de la contaminación ambiental que potencialmente resulta de su tratamiento, almacenamiento, disposición y otros métodos de manejo.

Aunque el problema de la contaminación del terreno no es un asunto limitado a los desperdicios sólidos, el manejo inadecuado de los mismos representa la

principal amenaza o fuente de contaminación de este medio ambiental. En la medida en que el crecimiento económico y poblacional continúa en desarrollo, aumenta a la par la generación de desperdicios sólidos y las posibilidades de contaminación del agua, el aire y el terreno. Simultáneamente se siguen reduciendo las tierras disponibles para suplir las necesidades ambientales, sociales y económicas del País, así como para la disposición adecuada de los desperdicios sólidos que se generan.

Se suman al conjunto de causas para la creciente generación de desperdicios sólidos las modernas y complejas actividades de producción, las cuales generan desechos cada vez más difíciles de asimilar por el ambiente, una mayor diversificación de los productos de consumo finales e intermedios y una mayor sofisticación del consumidor y sus hábitos. El consumidor busca ahora productos que no le creen problemas a su uso y le ahorren tiempo, dinero y energías. Por consiguiente, las industrias han alterado las prácticas de producción, empaque, presentación y duración de sus productos para satisfacer estas demandas. La diversidad de alimentos, medicinas, derivados del petróleo, productos para el hogar y otros bienes de consumo no duraderos son ejemplo de esta realidad. Como resultado directo de estos hechos, el flujo de desperdicios sólidos generados adquiere una característica más heterogénea, un mayor volumen y un nivel de manejo más complejo.

Las condiciones geográficas de Puerto Rico, además, hacen del manejo de los desperdicios sólidos uno sumamente retante. No importa donde se considere ubicar una instalación de manejo de desperdicios sólidos, siempre habrá un riesgo inminente de impactar áreas de captación y recarga para cuerpos de agua superficiales y subterráneos, terrenos fértiles para la agricultura, zonas inundables, áreas de alto valor natural con una alta concentración de elementos críticos o áreas urbanas con alta densidad poblacional y actividad económica. Esto nos indica, sin lugar a dudas, que la alta generación de desperdicios sólidos y la necesidad de contar con estrategias e infraestructura para el manejo de los mismos son aspectos de gran preocupación para el desarrollo del País.

1. **Desperdicio Sólido No Peligroso:**

El término desperdicio sólido es “cualquier basura, desecho, residuo, cieno u otro material descartado o destinado para su reciclaje, reutilización y recuperación, incluyendo materiales sólidos, semisólidos, líquidos o recipientes que contienen material gaseoso generado por la industria, comercio, minería, operaciones agrícolas o actividades domésticas”. Esta definición incluye:

- Materias que han sido desechadas, abandonadas o dispuestas.
- Material descartado o materias a las que les haya expirado su utilidad o que ya no sirven a menos que sean procesadas o recuperadas.

No forma parte de esta definición materiales sólidos o disueltos en el alcantarillado sanitario o en las aguas residuales de la irrigación de terrenos. Tampoco incluye descargas industriales de las fuentes precisadas sujetas a un permiso requerido por la Ley Federal de Agua Limpia de 1972, ni fuentes nucleares especiales o productos derivados, según definidos por la Ley Federal de Energía Atómica de 1954.

La generación de desperdicios sólidos aumenta proporcionalmente al crecimiento económico, poblacional y al desarrollo industrial. Puerto Rico enfrenta una crítica situación en cuanto a la disposición de los desperdicios y este problema representa una amenaza a nuestro desarrollo económico, a la salud y al ambiente, de lo que depende nuestra calidad de vida. La situación se agrava cuando el rápido crecimiento económico experimentado durante las últimas décadas, junto a una mentalidad de consumo, estimula el desecho de artículos. Además, el modelo socio-económico que hemos adoptado no estimula la conservación y reuso de materiales desechados.

En el 1994 la Autoridad de Desperdicios Sólidos (ADS) realizó un estudio de caracterización, donde los resultados, en cuanto a la disposición de los desperdicios y el tipo de éstos, reflejaron que en Puerto Rico se dispone de sobre 8,100 tons/día laborables de desperdicios municipales. La distribución relativa de la composición de estos desperdicios es la siguiente: 25% orgánicos, 26% fibras, 12% vidrios, 2% metales no ferrosos, 9% plásticos, 10% metales ferrosos y 16% otros.

En el 2002 la cantidad estimada de desperdicios sólidos depositada en los sistemas de rellenos sanitarios fue de 13,300 toneladas diarias, incluyendo desperdicios de jardinería y escombros. Este dato se basa en la información suministrada por los operadores de los sistemas de rellenos sanitarios. Es necesario aclarar que no todos los sistemas de relleno sanitario poseen balanzas y los operadores reportan según la capacidad de los camiones que disponen en la facilidad. Actualmente la ADS realiza el estudio de caracterización, que brindará información más precisa del tipo de desperdicios y la cantidad que se dispone en los sistemas de relleno sanitario. Se espera que para finales de octubre de 2003 se tendrán los resultados de dicho estudio.

Los datos obtenidos sobre la cantidad recuperada para procesamiento a través de la estrategia del reciclaje, por componente, indican lo siguiente:

- Cartón Corrugado:

En el 2001 se recuperaron 56,115 toneladas, disminuyendo en el 2002 a 10,590 toneladas.

- No Ferrosos:

En el 2001 se recuperaron 42,877 toneladas, aumentando a 58,601 toneladas en el 2002.

- Papel:

En el 2001 se recuperaron 31,088 toneladas, reduciéndose esta cantidad a 17,665 toneladas en el 2002.

- Plástico:

En el 2001 se recuperaron 15,291 toneladas y 4,917 toneladas en el 2002, manifestándose una significativa reducción.

- Vegetativo:

No se recopila ni se certifica la cantidad de este material.

- Vidrio:

En el 2001 se recuperaron 3,886 toneladas y en el 2002 se recuperaron 3,868 toneladas, experimentando una leve reducción.

Al igual que en otros países, el manejo de los desperdicios sólidos se ha convertido en uno de los principales retos en Puerto Rico. Cada día aumenta la generación de los desperdicios sólidos y los lugares para su manejo y disposición en sistemas de relleno sanitario se hacen menos disponibles.

Todos los esfuerzos de desarrollo que conlleven expansión urbana y aumentos en las actividades industriales y comerciales traen, como consecuencia, entre otras cosas, un aumento considerable en la generación de los desperdicios sólidos. En el caso de Puerto Rico, en los últimos 40 años, el aumento de las actividades mencionadas provocó un incremento significativo en la tasa de generación de desperdicios sólidos que sobrepasa las 8,000 toneladas diarias actualmente.

En los Estados Unidos, la EPA estimó que de 1960 a 2001 la generación de basura aumentó desde 88 millones de toneladas al año hasta sobre 229 millones de toneladas al año. En un esfuerzo por atemperar el aumento acelerado en la generación de los desperdicios sólidos, el Congreso de los Estados Unidos promulgó la Ley de Conservación y Recuperación de Recursos de 1976 ("Resource Conservation and Recovery Act" - RCRA), que ordenó a los estados y territorios a establecer política pública y elaborar planes de manejo de sus desperdicios sólidos. Esta Ley, que enmendó la Ley para la Disposición de Desperdicios Sólidos de 1965, estableció guías

específicas para alcanzar “objetivos ambientalmente prudentes para el manejo y disposición de desperdicios peligrosos y no peligrosos, conservación de recursos y la maximización en la utilización de recursos valiosos”.

La EPA, como parte de sus obligaciones en implantar la Ley RCRA y sus posteriores enmiendas, estableció en su reglamentación, Tomo 40 del Código de Reglamentaciones Federales (40 CRF) Parte 257 (“Criteria for Classification of Solid Waste Disposal Facilities and Practices”), criterios mínimos para la operación y cierre de vertederos abiertos. También ordenó la prohibición de nuevos vertederos al aire libre si no estaban en cumplimiento con los nuevos códigos y ordenó el cese de toda operación al aire libre para octubre de 1991. Aquellos vertederos abiertos que operaban posterior a octubre de 1991 debían cerrar antes de octubre de 1993, pero con requerimientos específicos de cómo se debía llevar a cabo su cierre. Cualquier vertedero operado después de octubre 1993 ó expansión lateral debía cumplir con los requisitos reglamentarios contenidos en el 40 CRF Parte 258, siguiendo un itinerario de implantación establecido en el Código.

Los criterios contenidos en el Código 40 CRF Parte 258 (“Criteria for Municipal Solid Waste Landfills”), que aplican a todo nuevo sistema de relleno sanitario o la expansión lateral de vertederos existentes, basa sus estándares de ejecución en aspectos ambientales y generales, tales como:

- Aspectos de localización, prohibiendo su ubicación en áreas inundables, en las inmediaciones de aguas superficiales, acuíferos, en terrenos de valor agrícola o en áreas habitadas por especies en peligro de extinción.
- Criterios de operación.
- Criterios de diseño, como sistema de “tumba seca”.
- Rastreo de aguas subterráneas.
- Acciones correctivas.
- Cierre y cuidado post cierre.
- Seguridad financiera a largo plazo.

Estos criterios se promulgaron para que cualquier instalación y sus operaciones no fueran un riesgo a la salud pública o el ambiente. Para octubre de 1993, y en respuesta a las nuevas normativas introducidas por RCRA y sus enmiendas, la JCA emitió órdenes administrativas contra 32 municipios, prohibiendo la operación de sus vertederos. El 50% de los 64 vertederos con que contaba el País para esta fecha cerraron debido a la incapacidad de cumplir con los nuevos requisitos reglamentarios de

operación. Después de cerradas estas instalaciones, las restantes que permanecieron operando asumieron la responsabilidad de recibir sus cargas habituales más los desperdicios destinados a los vertederos cerrados. Sin lugar a dudas, esta circunstancia añadió un peso enorme a estas instalaciones en términos de operación, cumplimiento ambiental, aceptación pública, vida útil y costo.

En Puerto Rico se dependió por mucho tiempo de crematorios y vertederos sin controles ambientales como única alternativa de disposición final de los desperdicios sólidos. Esta práctica ha evolucionando al incorporarse nueva reglamentación ambiental y adquirir mayor conciencia de que los recursos naturales son escasos y que el impacto ambiental de este tipo de operación es uno significativo y, en muchas ocasiones, irreversible.

Desde las prácticas usadas en el pasado, de depositar y quemar desperdicios a campo abierto, hasta nuestros días, se han conseguido avances en cuanto a la operación de las instalaciones de disposición final. No obstante, a pesar de los adelantos en la ingeniería sanitaria y la adopción de reglamentación ambiental más estricta, la operación de los sistemas de relleno sanitario en Puerto Rico todavía presenta dificultades en cuanto al aprovechamiento y optimización del espacio, la instalación y mantenimiento de los controles ambientales y la administración de los recursos financieros para la operación y cierre de estas instalaciones.

Los sistemas de relleno sanitario, aún con una operación en cumplimiento ambiental, tienen el potencial de impactar todos los medios ambientales (agua, suelo y aire), consumir, y prácticamente inutilizar, uno de los recursos más escasos y valiosos de la Isla: la tierra. Es por tal razón que se crea la Ley 70 del 18 de septiembre de 1992, según enmendada, mejor conocida como la Ley de Reducción y Reciclaje de los Desperdicios Sólidos. En ésta se establece como política pública del Estado Libre Asociado de Puerto Rico el desarrollo e implantación de estrategias para lograr la disminución del volumen de desperdicios sólidos que requieran disposición final en un sistema de relleno sanitario o instalación de recuperación de energía. Parte de los mandatos de la Ley van dirigidos a promover la utilización de tecnologías y sistemas para reducir la intensidad del uso de los sistemas de relleno sanitario y recuperar materiales con el potencial de ser reutilizados o reciclados para así devolverse a la economía como productos o materia prima. Para el logro de estos objetivos, la Ley ordena la siguiente jerarquía para el manejo de los desperdicios sólidos en Puerto Rico:

- Reducción de la cantidad de desperdicios sólidos que se generen.
- Reutilización de materiales para el propósito para cual originalmente fueron creados o cualquier otro uso que no requiera su procesamiento.
- Reciclaje o composta del material que no pueda ser reutilizado.

- Recuperación de energía como recurso de desperdicios sólidos, siempre y cuando la facilidad de recuperación de energía conserve la calidad del aire, agua, suelos y otros recursos naturales.
- Disposición en vertederos que cumplan con las disposiciones federales y estatales aplicables a los desperdicios sólidos que no puedan ser reutilizados, reciclados, o utilizados para la recuperación de energía.

Ciertamente, la política pública enunciada en esta jerarquía presta prioridad a las actividades de desvío (reutilización, reciclaje, composta) sobre las de disposición (tratamiento termal, sistema de relleno sanitario). Esta prioridad responde, en gran medida, al reconocimiento de que el desvío de los desperdicios de su disposición final representa una estrategia de manejo que:

- conserva recursos y energía;
- ofrece una operación de menor impacto al ambiente y la salud pública;
- tiene el potencial de reducir la disposición en sobre 75% del volumen generado;
- desarrolla mayores eslabonamientos y actividad económica; y
- favorece la participación del sector público, privado y comunitario.

A pesar de los propósitos de la Ley 70 y su política pública de reducción y reciclaje, implantada desde el 1992, los sistemas de relleno sanitario son la principal infraestructura para la disposición final de los desperdicios sólidos generados en el País. Sin embargo, se puede perder de perspectiva que, aunque se hayan iniciado esfuerzos para el desarrollo de métodos alternos para el manejo racional de los desperdicios sólidos (reciclaje, composta, tecnologías de tratamiento termal), todavía no se ha eliminado la necesidad de continuar con la disposición sobre el terreno como alternativa complementaria al manejo de los desperdicios sólidos.

Debido al rol protagónico que desempeñan los sistemas de relleno sanitario en la estructura de manejo de desperdicios sólidos en Puerto Rico, y para tener una idea más clara de su debido funcionamiento, a continuación se presenta una descripción, a grandes rasgos, de este método de disposición acorde a la reglamentación ambiental vigente.

a. Descripción General de los Sistemas de Relleno Sanitario (SRS):

Los SRS son el medio más común de disposición final de desperdicios sólidos utilizado en la actualidad. Para la mayor parte de los municipios, la cantidad de desperdicios sólidos, el costo y la relativa simpleza tecnológica, han convertido a los SRS en la forma más económica de disposición. Sin embargo, como se mencionara anteriormente, los nuevos reglamentos ambientales imponen a los SRS requisitos estrictos

en términos de la ubicación, diseño, operación, control de calidad, percolación a aguas subterráneas y cierre.

El principio básico de los SRS es esparcir los desperdicios sólidos en capas de aproximadamente dos (2) pies, compactar cada capa con un tractor de arrastre o compactador u otra pieza de equipo pesado, soterrar diariamente los desperdicios sólidos con una capa de tierra de por lo menos seis (6) pulgadas, u otro material aprobado de cubierta, y finalmente, compactar dicha capa para reducir al mínimo la presencia de vectores, la migración de olores objetables e infiltración del agua en el terreno.

Los SRS, como obra de ingeniería, pueden construirse mediante la aplicación de varios métodos. De entre éstos, los más usados son los de trinchera y los de área. En el método de trinchera, se excavan fosas bajo el nivel de superficie de la tierra para depositar desperdicios sólidos. El material de cubierta se obtiene de la excavación de las mismas y, por consecuencia, se requiere un mínimo de acarreo. Como es lógico, el método de trinchera es más apropiado para terreno seco y llano, donde la profundidad de las aguas subterráneas y de la roca es amplia. Para que el método de trinchera sea efectivo, la profundidad de las aguas subterráneas y la roca deberá ser no menor de 20 a 25 pies en el área de los SRS. Además, si los suelos en el sitio no son lo suficientemente cohesivos (i.e. terrenos granulares), los cortes laterales de las trincheras podrían requerir taludes de poca inclinación y las celdas, en consecuencia, quedarían separadas a distancias considerables. En este caso, el método de trinchera no podría proveer la utilización óptima de los terrenos.

En el método de área, los residuos se esparcen y compactan en una superficie de tierra existente y el material de cobertura se deposita y compacta sobre los desperdicios para formar una celda completa. En este método, el material de cobertura se acarrea de afuera o se transporta hacia la zona de depósito desde otra área del SRS. Este método generalmente se aplica donde el nivel de las aguas subterráneas y la capa de roca están relativamente cerca de la superficie del terreno. Este método es, a menudo, preferible en áreas con suelos arenosos y terrenos ondulados o empinados.

Existen muchas combinaciones de los métodos de área y de trinchera. De hecho, comúnmente se usa más de un método en un solo sitio en particular. Una de esas combinaciones se conoce como el método de "rampa" o "pendiente progresiva". En este método, los desperdicios sólidos se esparcen y se compactan en una pendiente para posteriormente ser soterrados con material excavado del área inmediata a la superficie frontal del relleno. Este método combina una excavación llana y un arrastre reducido del material de cubierta, parecido al método

de trinchera, pero utiliza relleno sobre la superficie del terreno, similar al método de área.

La altura de la rasante existente, sobre la cual podrían construirse SRS, es típicamente una función de las características estructurales del subsuelo en el sitio. Otros factores también podrían afectar la determinación de la altura del sistema. Estos factores incluyen: (1) la compatibilidad con el uso de los terrenos adyacentes y el impacto visual en los desarrollos existentes; (2) la extensión de terreno suficiente para permitir taludes laterales apropiados y proveer cabidas del terreno; y (3) la disponibilidad de material de cubierta apropiado a un costo razonable.

Los criterios para la localización de SRS en Puerto Rico integran la reglamentación federal, según se especifica en el Subtítulo D de RCRA, así como la reglamentación de la JCA y las guías de la Autoridad de Desperdicios Sólidos.

b. Elementos Principales de Diseño y Operación del Sistema de Relleno Sanitario (SRS):

Los SRS se diseñan y operan para reducir al mínimo la producción y migración de lixiviados, controlar el flujo y la escorrentía del agua superficial y controlar el gas que se genere durante la descomposición de los residuos. El rastreo del agua superficial y de la calidad del agua subterránea cercana al SRS son componentes principales del plan de operaciones. Las secciones siguientes describen en forma general los componentes principales de un SRS.

1) Sistema de Revestimiento:

El propósito de los revestimientos que se especifican en el diseño de los SRS es proteger el ambiente y cumplir con los requisitos de la agencia reguladora. El sistema de revestimiento se instala para evitar la migración de los lixiviados y de gases fuera del sistema hacia las formaciones circundantes. En la actualidad se usa una variedad de diseños de revestimientos y el sistema específico que se requiera dependerá de los desperdicios a ser depositados en el sistema y de las condiciones geológicas e hidrogeológicas en los alrededores. Los revestimientos deben ser capaces de resistir el ataque físico y químico de los lixiviados, así como las deformaciones mecánicas producidas durante la construcción y operación del SRS.

Entre los materiales utilizados para revestimientos se incluyen los suelos (particularmente arcillosos), materiales agregados, membranas flexibles, selladoras de suelos y los revestidos químicos absorbentes. Los revestimientos controlan la fuga de los lixiviados hacia fuera de un sistema presentando una barrera física. Los

minerales arcillosos poseen una conductividad hidráulica baja y, por lo tanto, la velocidad de movimiento de lixiviados a través de la arcilla es muy lenta. Los revestimientos de arcilla, por lo general, contienen compuestos, tales como kaolinita, illita y/o montmorilonita, usualmente con algún otro suelo de grano fino. Los revestidos agregados se forman mezclando materiales, tales como el hormigón asfáltico, el cemento y la arcilla bentonítica con tierra natural para producir una capa impermeable. En comparación, los revestidos de membranas flexibles, por lo general de .02 a .12 pulgadas de espesor, se forman colocando el material a lo largo de una capa o base uniforme del suelo y uniendo los pliegos del revestido. Los selladores de suelos y los materiales químicamente absorbentes han sido usados solamente en forma limitada para revestir sistemas. El diseño más común de los revestidos para los sistemas sanitarios incluye tanto los suelos como los componentes de membranas flexibles.

Los sistemas de revestidos pueden agruparse en tres (3) categorías generales: (1) sencillo; (2) doble; y (3) compuesto. El sistema sencillo se compone típicamente de una sola capa de suelo impermeable o de membrana flexible colocada sobre una capa impermeable de arcilla. Un revestimiento doble se forma con dos (2) membranas y un sistema de detección de filtraciones intercaladas entre ellas. Un revestido compuesto o doble tendría dos (2) capas de revestido compuesto separadas por una (1) capa permeable para la detección de filtraciones y el recogido de lixiviados.

2) Recogido de Lixiviados y Sistemas de Tratamiento:

En los puntos bajos de un sistema de revestido, por lo general, se instala un sistema de tubos y pocetos para recoger los lixiviados que se acumulan sobre la membrana. Los lixiviados se pueden extraer activamente (por succión) o pasivamente (por gravedad). La remoción mediante el sistema de recolección pasiva necesita de declives hidráulicos hacia los puntos de recogida. Los sistemas de recogida de lixiviados típicamente consisten de tubos colocados en trincheras revestidas o de material permeable, colocado sobre el revestido. Convencionalmente para los sistemas de desperdicios sólidos municipales se utilizan tubos de PVC de seis (6) a doce (12) pulgadas. La recolección de lixiviados también se puede lograr sin tuberías, permitiendo que el flujo discurra directamente por trincheras revestidas a lo largo de la superficie del revestido hasta los puntos de recolección en el sistema. En algunos casos, se pueden proveer depósitos de almacenamiento de emergencia de lixiviados dentro del sistema para reducir los requisitos de capacidad hidráulica máxima.

Los lixiviados recogidos se deben tratar en sitio, recircularse o descargarse a un sistema de tratamiento de aguas usadas. Este método es el más común, aún cuando a veces se requiere pretratamiento en sitio. Las siguientes son algunas de las alternativas para el tratamiento en sitio y disposición de los lixiviados:

- Tratamiento biológico o fisicoquímico, y de descarga en aguas superficiales.
- Tratamiento biológico o fisicoquímico y disposición por aplicación a terrenos.
- Evaporación del lixiviado.
- Recirculado del lixiviado de regreso al sistema.

Los sistemas de tratamiento de lixiviados deben ser diseñados cuidadosamente. El lixiviado es un desperdicio muy concentrado, cuya composición puede cambiar con las estaciones y a través de la vida del sistema. Antes de diseñar un esquema de tratamiento, las normas de control del efluente deberán ser revisadas cuidadosamente para identificar los contaminantes principales que van a ser removidos. Deberán, además, realizarse estudios de tratamiento de los lixiviados para evaluar métodos alternos de tratamiento.

3) Control de Gases:

El gas de los SRS es uno de los productos finales de todas las reacciones químicas que ocurren en el sistema, según se descomponen los desperdicios orgánicos en el mismo. Los desperdicios sólidos inicialmente son degradados por bacterias aeróbicas, pero el oxígeno se agota rápidamente y el ambiente se torna anaeróbico. Los gases producidos, conforme ocurre este proceso, cambian y luego se estabilizan a una composición de aproximadamente 40 a 50% de bióxido de carbono (CO₂) y 50 a 60% de metano y trazas de vapor de agua y de otros constituyentes. El CO₂, por ser más pesado que el aire, tiende a hundirse en el sistema de relleno y a ser removido con el lixiviado. El metano, sin embargo, es más liviano que el aire y tiende a acumularse en lo alto del SRS, debajo de la capa final impermeable.

Si no se extrae, el gas de los SRS puede causar varios problemas. Según se acumula, puede desarrollar presión dentro del SRS y eventualmente causar el debilitamiento de la cubierta final, particularmente si se usan membranas flexibles. Además, el gas del

SRS es la fuente primaria del mal olor en los sistemas. También presenta un riesgo de explosión. En muchos casos, sin embargo, el gas extraído se puede usar como combustible, y por lo tanto, puede ser un producto final beneficioso.

Los sistemas de recolección de gases usualmente incluyen una capa de tierra granular o una capa geotéxtil, colocada directamente debajo de la cubierta del sistema de relleno. El gas tendrá la tendencia a acumularse entre esta capa de drenaje y la cubierta. El gas del SRS puede ventilarse o bombearse hacia afuera, dependiendo de si el gas asciende y sale por los ventiladores instalados que están adheridos a la capa superior para evitar que el agua superficial penetre al sistema por los ventiladores. La parte superior de los ventiladores se diseña para que quede más alta que el tope de las banquetas del terreno adyacente, para distribuir el gas, y a la vez, evitar que el agua superficial o la precipitación entren por los ventiladores. Para recobrar el gas, se requieren pozos de diseño más elaborados para lograr la máxima recuperación sin alterar las condiciones anaeróbicas en el sistema de relleno. Los sistemas de recolección incluyen pozos de extracción de gas o trincheras, bombas o ventiladores y sistemas de tubería conectando los pozos con las bombas o ventiladores. La mayoría de los sistemas existentes para recobrar gases pueden utilizar pozos verticales u horizontales.

4) Rastreo y Control de Agua Superficial y Subterránea:

Las aguas subterráneas en la vecindad del SRS se deben examinar en intervalos regulares, tomando y analizando muestras en busca de contaminantes específicos. Para asegurarse de que la contaminación sea detectada con tiempo para aplicar las acciones correctivas, deberá incluirse en el diseño y la construcción del SRS un número suficiente de pozos de rastreo, tanto gradiente arriba como gradiente abajo. Se debe determinar el número apropiado de pozos y su profundidad para cada sitio. El agua superficial también se debe analizar rutinariamente donde esté contigua o en la vecindad inmediata de un SRS para detectar la contaminación.

Tanto en la vida activa del SRS como en las etapas de clausura y post-clausura deberán tomarse medidas para controlar el flujo de agua superficial de estas instalaciones para prevenir inundaciones en áreas adyacentes y erosión de la cubierta. Las charcas de retención de agua pluvial, por lo general, serán construidas simultáneamente con el SRS para retener y tratar la escorrentía. El sitio será característicamente nivelado para desviar la escorrentía hacia la charca de retención y prevenir un flujo superficial excesivo desde los terrenos adyacentes.

5) Capas Intermedias:

Las cubiertas o capas intermedias diarias se utilizan para cubrir los residuos sólidos dispuestos diariamente para eliminar la propagación de vectores, mejorar la apariencia estética y limitar la infiltración superficial. Debido a que la mayor cantidad de agua que penetra a los SRS (que eventualmente se convierte en lixiviados) entra cuando se está depositando la basura, los materiales y los métodos de instalación de la cubierta intermedia juegan un papel importante en reducir la infiltración. Conforme con las regulaciones ambientales, se deberá utilizar por lo menos seis (6) pulgadas de tierra como cubierta diaria. Además, la cubierta intermedia deberá tener una pendiente apropiada para mejorar el flujo de aguas superficiales y controlar la erosión.

c. Clausura de SRS:

Los SRS que han agotado su capacidad normalmente son cubiertos con una capa final de material impermeable, algunas veces denominada como cubierta final o tapa de los SRS. El diseño de la capa final deberá considerar la infiltración de las aguas pluviales y la erosión, así como la apariencia física. De acuerdo con las reglamentaciones ambientales, las capas finales de los SRS municipales deberán consistir de capas de tierra fértil de seis (6) pulgadas, capaces de mantener el crecimiento de plantas sobre la membrana flexible, como barrera humectante adicional, y también una capa permeable de recolección de gases y provisiones de desagüe superficial para el manejo propio del derrame de la escorrentía.

La función de la capa de baja permeabilidad de los SRS es mantener el agua superficial fuera del SRS y aumentar la eficiencia de la capa superior de desagüe. La camada filtrante sirve para contener y facilitar la remoción de cualquier líquido que se acumule. La cubierta final de un SRS, una vez éste cierre, consistirá en una cubierta vegetal que evite la erosión por aire y agua, reduzca la percolación del agua superficial dentro del SRS y aumente la evapotranspiración. Además, esta capa facilita el desarrollo de un ecosistema superficial autosostenible, mejorando así la apariencia natural del sitio. Esta capa también sirve para impedir que los animales que viven en madrigueras bajo tierra puedan excavar la capa y lleguen al área de disposición de residuos.

d. Cuidado Postclausura:

El cuidado en el periodo posterior al cierre de los SRS incluye el conservar la efectividad de la cubierta final del sistema de recogido de lixiviados y de los sistemas de rastreo de agua subterráneas y de gases. El cuidado continuo también incluye la operación del sistema de recoger

lixiviados, la toma de muestras de agua subterránea y la operación del sistema de rastreo de gases.

Conociendo los componentes principales de los SRS, dirigiremos nuestra atención hacia la discusión del funcionamiento y desempeño de los SRS en Puerto Rico. Es importante destacar que la información presentada sobre los SRS en este Informe Ambiental surge del Informe Semestral sobre los SRS, que es el documento oficial preparado por el Área Control Contaminación de Terrenos de la JCA. En éste se presenta la condición operacional y estatus de cumplimiento de los SRS.

Los datos presentados comprenden del 1 de enero al 31 de diciembre de 2002. Se incluye un análisis sobre los aspectos más relevantes en el desarrollo de los SRS mediante el uso de tablas y gráficas con datos estadísticos sobre el cumplimiento y operación de estas instalaciones, obtenidos de las inspecciones realizadas durante el año natural 2002.

Para el periodo de este Informe operaban 30 SRS de los siguientes municipios:

| | | | |
|----------------|---------------|--------------|-------------|
| * Aguadilla | * Culebra | * Jayuya | * Toa Alta |
| * Añasco | * Fajardo | * Juana Díaz | * Toa Baja |
| * Arecibo | * Florida | * Juncos | * Vega Baja |
| * Arroyo | * Guayama | * Lajas | * Vieques |
| * Barranquitas | * Guaynabo | * Mayagüez | * Yabucoa |
| * Cabo Rojo | * Hormigueros | * Moca | * Yauco |
| * Carolina | * Humacao | * Ponce | |
| * Cayey | * Isabela | * Salinas | |

Los siguientes municipios cesaron de recibir desperdicios en sus SRS:

| | | |
|----------------|----------------|------------------------|
| * Adjuntas | * Dorado | * Rincón |
| * Aguada | * Guayanilla | * Sabana Grande |
| * Aguadilla | * Hatillo | * San Germán (Antiguo) |
| * Aguas Buenas | * Lares | * San Germán (Nuevo) |
| * Aibonito | * Las Marías | * San Juan |
| * Barceloneta | * Las Piedras | * San Sebastián |
| * Cabo Rojo | * Luquillo | * Santa Isabel |
| * Camuy | * Maricao | * Utuado |
| * Cataño | * Maunabo | * Vega Alta |
| * Ceiba | * Naguabo | * Vieques |
| * Ciales | * Orocovi | * Villalba |
| * Cidra | * Peñuelas | |
| * Coamo | * Quebradillas | |

INFORME SOBRE EL ESTADO Y CONDICIÓN DEL AMBIENTE EN PR 2002
CAPÍTULO 2: TRASFONDO HISTÓRICO Y SITUACIÓN ACTUAL

Para este Informe, poseen permiso de operación de la JCA los siguientes SRS, que representa un 70% del total de los SRS en operación.

| MUNICIPIO | NÚM. DE PERMISO | FECHA DE EXPEDICIÓN | FECHA DE EXPIRACIÓN |
|---------------|-----------------|---------------------|---------------------|
| Añasco | RSM-06 | 22/oct./2002 | 22/oct./2007 |
| Arecibo | SRS-07 | 8/sep./2000 | 8/sep./2005 |
| Arroyo | RSM-008 | 13/may./1998 | 13/may./2003 |
| Barranquitas | IDF-10-0040 | 13/nov./2002 | 13/nov./2007 |
| Cabo Rojo | IDF-12-0004 | 20/dic./2002 | 20/dic./2007 |
| Carolina | RSM-16 | 15/oct./2002 | 15/oct./2007 |
| Fajardo | RSM-27 | 19/ago./1998 | 19/ago./2003 |
| Guaynabo | IDF-32-007 | 30/nov./2001 | 30/nov./2006 |
| Humacao | SRP-0003 | 16/oct./2000 | 16/oct./2005 |
| Hormigueros** | RSM-35 | 27/ago./1997 | 27/ago./2002 |
| Isabela | IDF-37-0033 | 5/abr./2002 | 5/abr./2007 |
| Jayuya* | RSM-38 | 14/nov./1996 | 14/nov./2001 |
| Juncos | RSM-40 | 15/ene./1999 | 15/ene./2004 |
| Lajas* | IDF-41-0035 | nov./1991 | nov./1996 |
| Mayagüez | RSM-50 | 27/may./1998 | 27/may./2003 |
| Ponce | RSM-58 | 14/oct./1998 | 14/oct./2003 |
| Salinas* | RSM-63 | 6/may./1996 | 6/may./2001 |
| Toa Alta | IDF-69-0038 | 13/ago./2002 | 13/ago./2007 |
| Toa Baja | IDF-70-0031 | 13/nov./2000 | 13/nov./2005 |
| Vieques | RSM-75 | 2/nov./2000 | 2/nov./2005 |
| Yauco | IDF-78-0029 | 2/feb./2001 | 2/feb./2006 |

*Los permisos de operación de los municipios de Jayuya, Lajas y Salinas se encuentran en proceso de renovación.

**El municipio de Hormigueros radicó la renovación de permiso y se solicitó información adicional para poder completar la documentación.

La condición operacional de los SRS se clasifica de acuerdo con las siguientes categorías: Satisfactorio, Regular y Pobre. Estas clasificaciones se adoptaron para establecer un lenguaje común en el momento de evaluar la condición operacional. Los criterios establecidos para cada categoría son los siguientes:

- 1) Satisfactorio - Cualquier SRS que cumpla, como mínimo, con los siguientes requisitos:
 - Cubrir los desperdicios diariamente con seis (6) pulgadas de material de relleno.

INFORME SOBRE EL ESTADO Y CONDICIÓN DEL AMBIENTE EN PR 2002
CAPÍTULO 2: TRASFONDO HISTÓRICO Y SITUACIÓN ACTUAL

- Tener el personal adiestrado y el equipo necesario para la operación del SRS.
 - Sistema de control de escorrentías de aflujo y eflujo.
 - Sistema de control de lixiviados.
 - Instalación de pozos de monitoría de aguas subterráneas.
 - Cumplimiento con los requerimientos de acceso, registro de entrada e inspección de los desperdicios recibidos al azar.
- 2) Regular - Es aquella instalación que, como mínimo, cumple con los requisitos **a**, **b** y **f** de la categoría de satisfactorio.
- 3) Pobre: Cualquier SRS que no cumpla con los requerimientos mínimos establecidos en la categoría de regular.

Se realizan inspecciones trimestrales a los SRS en operación para verificar el cumplimiento con el Reglamento Para el Manejo de los Desperdicios Sólidos No Peligrosos. Los siguientes datos representan la condición operacional de los 30 SRS, de acuerdo con la última inspección realizada en el semestre de julio a diciembre de 2002.

- Satisfactorio = 20%

| | | |
|-------------|-------------|-----------|
| * Aguadilla | * Cabo Rojo | * Ponce |
| * Arecibo | * Carolina | * Salinas |

- Regular = 43%

| | | |
|----------------|---------------|-------------|
| * Barranquitas | * Hormigueros | * Toa Baja |
| * Fajardo | * Humacao | * Vega Baja |
| * Florida | * Mayagüez | * Yauco |
| * Guayama | * Moca | |
| * Guaynabo | * Toa Alta | |

- Pobre= 37%

| | | |
|-----------|--------------|-----------|
| * Añasco | * Isabela | * Lajas |
| * Arroyo | * Jayuya | * Vieques |
| * Cayey | * Juana Díaz | * Yabucoa |
| * Culebra | * Juncos | |

Si se compara estos datos con los presentados en el Informe Semestral de enero a junio de 2002, los SRS de Carolina, Florida, Toa Baja y Moca mejoraron su operación. Los SRS de Añasco, Arroyo, Cayey, Isabela,

INFORME SOBRE EL ESTADO Y CONDICIÓN DEL AMBIENTE EN PR 2002
CAPÍTULO 2: TRASFONDO HISTÓRICO Y SITUACIÓN ACTUAL

Jayuya, Juana Díaz y Yabucoa continúan con una operación pobre. Se añaden los SRS de Culebra, Lajas y Vieques, con una operación pobre.

De los 30 SRS en operación, 16 han privatizado su operación, lo que representa un 53%. Los 14 restantes son operados por los municipios, lo que representa un 47%. Durante este semestre, el SRS de Florida privatizó su operación, por tal razón el por ciento reportado de SRS privados en este Informe es mayor que en el informe anterior.

La condición operacional de los SRS administrados por una empresa privada, según los criterios antes señalados, es la siguiente:

- Satisfactorio = 38%
 - * Aguadilla
 - * Arecibo
 - * Cabo Rojo
 - * Carolina
 - * Ponce
 - * Salinas
- Regular = 56%
 - * Fajardo
 - * Florida
 - * Guayama
 - * Guaynabo
 - * Humacao
 - * Mayagüez
 - * Toa Alta
 - * Toa Baja
 - * Yauco
- Pobre = 6%
 - * Arroyo

La condición operacional de los 14 SRS inspeccionados durante este semestre, operados por los municipios, es la siguiente:

- Satisfactorio = 0%
- Regular = 29%
 - * Barranquitas
 - * Hormigueros
 - * Moca
 - * Vega Baja
- Pobre = 71%
 - * Añasco
 - * Cayey
 - * Culebra
 - * Isabelabela
 - * Jayuya
 - * Juana Díaz
 - * Juncos
 - * Lajas
 - * Vieques
 - * Yabucoa

Al comparar la operación de los SRS operados por compañías privadas con los SRS operados por los municipios, se puede concluir que la

operación en los privados, durante este semestre, es superior a la de las instalaciones operadas por los municipios.

2. **Desperdicio Especial:**

Un desperdicio especial es un desperdicio sólido no peligroso que por su cantidad, concentración o características físicas o químicas requiere ser manejado de una forma especial para evitar daños a la salud humana y al ambiente. Se incluye como desperdicios especiales los desperdicios biomédicos, aceites usados y neumáticos desechados. Los desperdicios biomédicos, por su carácter infeccioso, requieren ser manejados de forma que se evite la propagación de enfermedades a la población en general. Por otro lado, el aceite usado, por sus características y gran cantidad de generadores, constituye un riesgo de contaminación a cuerpos de agua y terrenos. Por último, los neumáticos desechados constituyen una amenaza a la salud pública dado que su forma promueve la acumulación de agua en su interior y con ello la proliferación de mosquitos y otros vectores.

El Area Control Contaminación de Terrenos de la JCA está a cargo de fiscalizar aquellas instalaciones que generan o manejan desperdicios biomédicos, aceite usado y neumáticos desechados. Esta Area verifica el cumplimiento con las disposiciones del Reglamento para el Manejo de los Desperdicios Sólidos No Peligrosos (RMDSNP), relacionadas con esos desperdicios. Los mismos se incluyeron en el RMDSNP en las enmiendas realizadas en 1997. La incorporación al Reglamento de los neumáticos desechados y de los aceites usados surge a raíz de la aprobación de la Ley de Manejo de Neumáticos (Ley 171 del 31 de agosto de 1996, según enmendada) y la Ley para el Manejo Adecuado de Aceite Usado (Ley 172 del 31 de agosto de 1996, según enmendada). En el caso de los desperdicios biomédicos, éstos eran regulados mediante el Reglamento para el Manejo de Desperdicios Biomédicos, que se incorporó al RMDSNP cuando se enmendó.

a. **Desperdicios Biomédicos Regulados:**

Un Desperdicio Biomédico Regulado (DBR) es aquel desperdicio sólido generado durante el diagnóstico, tratamiento, prestación de servicios médicos, inmunización de seres humanos o animales; en la investigación relacionada a éstos y en la producción o ensayo con productos biológicos. Estos desperdicios incluyen:

- Cultivos, cepas y productos biológicos, tales como vacunas vivas o atenuadas, placas de cultivo y mecanismos para transferir, inocular y mezclar cultivos que hayan sido utilizados, entre otros.
- Desperdicios patológicos humanos que hayan sido removidos mediante cualquier procedimiento y muestras de fluidos corporales.

- Sangre humana y productos derivados de sangre.
- Desperdicios filosos, cortantes o punzantes y objetos de cristal del tipo utilizado en el tratamiento de pacientes humanos o animales, investigaciones o laboratorios industriales, que hayan sido utilizados.
- Desperdicios de animales, tales como cuerpos o partes de animales que se sospechan padecieron de enfermedades transmisibles o que estuvieron expuestos a agentes infecciosos.
- Desperdicios de aislamiento, constituidos por desechos biológicos y materiales desechados contaminados con sangre, excreciones, secreciones y exudaciones, tanto de seres humanos como de animales, que han sido aislados para proteger a otros de la posible transmisión de enfermedades contagiosas.

Las disposiciones sobre desperdicios biomédicos regulados del Reglamento para el Manejo de los Desperdicios Sólidos No Peligrosos (RMDSNP) aplican a todo dueño u operador de instalaciones que generan, transportan, manejan de forma intermedia (estaciones de trasbordo) o dispongan desperdicios biomédicos regulados, según definidos antes. En el Reglamento se establece un mecanismo en el cual el DBR es recogido por el transportador en la instalación del generador para acarrearlo a una instalación autorizada de tratamiento donde el desperdicio es tratado y destruido. Los desperdicios son tratados mediante autoclave, seguido por la destrucción de los mismos mediante trituración. Luego de tratados y destruidos, los desperdicios dejan de ser desperdicios biomédicos regulados y son dispuestos en un relleno sanitario autorizado. En el caso de desperdicios patológicos, estos son destruidos mediante incineración.

A partir de los informes sometidos por transportadores y procesadores de desperdicios biomédicos este año, se transportó 19,694,397.54 libras y se procesó y dispuso 21,479,916.39 libras. La diferencia que se observa en las cantidades de desperdicios transportados y procesados se debe principalmente a que no todas las compañías de disposición final y de transportación sometieron a la JCA los informes correspondientes. También hay que señalar que no todos los desperdicios procesados son transportados, ya que hay instalaciones que tratan y destruyen sus propios desperdicios.

Todo generador de DBR tiene que tener un número de identificación otorgado por la JCA. Este número es renovable cada cinco (5) años. Las solicitudes de números nuevos y de renovación son radicadas en la Oficina Central de la JCA. Este año se tramitaron 60 solicitudes de renovación y 318 solicitudes nuevas a nivel Isla. Se realizaron 146 inspecciones a generadores, transportadores e instalaciones de tratamiento o disposición final de desperdicios biomédicos.

b. Neumáticos Desechados:

Las disposiciones para neumáticos desechados del Reglamento para el Manejo de los Desperdicios Sólidos No Peligrosos (RMDSNP) aplican a todo consumidor, detallista, mayorista, manejador, almacenador, transportador, importador, exportador, procesador, recauchador e instalación de reciclaje o de disposición de neumáticos desechados en Puerto Rico. Las mismas establecen requisitos de manejo para estas instalaciones y proveen un mecanismo mediante el cual los transportadores recogen los neumáticos desechados en las instalaciones que los generan (almacenadores) y los llevan a instalaciones procesadoras. En estas instalaciones los neumáticos son triturados para que puedan servir de materia prima para la elaboración de productos o recobro de energía. La transportación del neumático es evidenciada por un Manifiesto.

El Manifiesto es un documento en el que se identifica la instalación almacenadora que ofrece los neumáticos para transportación, el transportador y la instalación que recibe la carga. Las instalaciones procesadoras eventualmente someten este documento a la División de Manejo de Desperdicios Especiales de la JCA para que sea certificado. Luego se envía al Departamento de Hacienda para que se proceda con el desembolso correspondiente a partir de un fondo establecido mediante un gravamen impuesto a todo neumático importado o manufacturado en Puerto Rico.

Para este año se certificaron, por concepto de transportación, 2,209,509 neumáticos desechados aproximadamente. Se procesaron 3,676,346 y se certificó la disposición final de 95,576 neumáticos desechados, incluyendo los neumáticos desechados exportados y los utilizados en aplicaciones no estructurales. Cabe mencionar que la diferencia en las cantidades antes mencionadas se debe a que no todos los transportadores e instalaciones que manejan neumáticos desechados han sometido los informes correspondientes a la información antes mencionada.

De acuerdo con los datos disponibles, durante el 2002 se realizaron 197 inspecciones a instalaciones almacenadoras de neumáticos, procesadoras o de uso final de neumáticos desechados. El año pasado se realizaron 54 inspecciones.

Durante este año se continuó con el registro de almacenadores de neumáticos desechados. Este registro consiste de la asignación de un número de identificación a cada instalación que almacene o genere neumáticos. La asignación de estos números se realiza mediante un formulario para tales propósitos, los cuales son entregados en la JCA. Para este año se asignaron 268 números.

c. Aceite Usado:

Las disposiciones para manejo de aceite usado del Reglamento para el Manejo de los Desperdicios Sólidos No Peligrosos (RMDSNP), aplican a todo consumidor, centro de recolección, generador, transportador, instalación de trasbordo, almacenaje, instalación de reciclaje, quema o disposición de aceite usado. De acuerdo con el Reglamento y la Ley para el Manejo Adecuado de Aceite Usado en Puerto Rico (Ley 172 del 31 de agosto de 1996), se estableció un mecanismo de manejo de aceite usado similar al de los neumáticos. En el mismo los transportadores recogen el aceite usado en las instalaciones que lo generan y lo llevan a instalaciones procesadoras, de uso final o de disposición final. En muchas de las instalaciones procesadoras o de uso final, el aceite es filtrado y mezclado con un combustible, por ejemplo kerosene, para ser utilizado nuevamente como combustible. En el caso de las instalaciones de disposición final, el aceite es solidificado y dispuesto en rellenos sanitarios autorizados. La transportación desde la instalación generadora a la instalación de procesamiento o de uso o disposición final es evidenciada por un Manifiesto de transportación. En este documento se identifica la instalación que generó el aceite, el transportador y la instalación que recibió el mismo. El documento, eventualmente, se somete a la División de Manejo de Desperdicios Especiales para ser certificado por la JCA. Luego se lleva el Manifiesto al Departamento de Hacienda para que se realice el desembolso correspondiente a partir de un fondo establecido mediante un gravamen impuesto al aceite lubricante importado o manufacturado o re-refinado en la Isla.

Este año se certificaron 4,892,389 galones de aceite usado aproximadamente. Para el 2001 se certificaron 4,006,130 galones y para el 2000, 3,374,163 galones. Es importante mencionar que las cantidades de aceites usados recibidos en las procesadoras y la procesada no es igual debido a las pérdidas que ocurren durante el procesamiento del aceite.

De acuerdo con los datos disponibles, durante el año se realizaron 351 inspecciones a generadores, procesadores y de uso final de aceite usado. Para el 2001 se realizaron 369 inspecciones y para el 2000, 289 inspecciones.

Durante este año se continuó con el registro de los generadores de aceite usado. Este registro consiste en la asignación de un número de identificación a cada instalación que genere aceite usado. Este año se asignaron 268 números.

Los datos que reflejan la cantidad recuperada para procesamiento a través de la estrategia del reciclaje, por componente, indican lo siguiente:

- Aceite Usado – En el 2001 se recuperaron 4,006,130 galones de aceite de vehículo de motor, lo que representa una tasa de reciclaje de 50%. En el 2002 esta cantidad sufrió una reducción a 3,710,211 galones de aceite usado de motor, lo que representa una tasa de reciclaje de este residuo especial de un 46%.

La Ley 172 del 31 de agosto de 1996, según enmendada, requiere a la Autoridad de Desperdicios Sólidos (ADS) la responsabilidad de implantar la política pública (en unión a la JCA y el Departamento de Hacienda) de la recuperación, manejo adecuado y disposición del aceite usado de motor en Puerto Rico. La ADS tiene la misión de orientar y educar al público en general y a la comunidad regulada sobre el manejo adecuado de este residuo especial. Estos datos son certificados y validados por la JCA. Los mismos reflejan una disminución en la tasa de reciclaje debido a la falta de datos que la JCA pudo certificar, ya que el factor más relevante es que muchos generadores no envían los Manifiestos con los requerimientos que exige la JCA. La tasa de reciclaje del 2002 podría aumentar a un 65% si se contabilizaran los galones de aceite usado que son reusados como combustible suplementario para la recuperación de energía por las industrias farmacéuticas en su proceso industrial. Por otro lado, estas estadísticas no incluyen los filtros de aceite de motor, los cuales se estiman en unos seis (6) millones de unidades al año.

- Neumáticos Desechados – En el 2001 hubo 3,505,853 neumáticos recuperados, lo que representa una tasa de reciclaje de 77%, aumentando esta cantidad a 4,069,854 neumáticos recuperados en el 2002. Esto representa una tasa de reciclaje de 89%.

La ADS es responsable de implantar la Ley 171 del 31 de agosto de 1996, según enmendada. La misma prohíbe la disposición final de neumáticos enteros en los sistemas de relleno sanitario del País e impone un cargo de manejo y disposición sobre cada neumático. Entre las acciones más importantes que la ADS ha realizado se destaca la enmienda al Reglamento de Tarifas para la transportación, procesamiento y reciclaje de los neumáticos desechados para incentivar los procesos de exportación.

Se han exportado 673,012 neumáticos desechados a los estados de Florida, Georgia y Alabama para ser utilizados como materia prima para la recuperación de energía. La barcaza de Novo Recicladores embarcó un cargamento de 6,332 toneladas de neumáticos

triturados. La ADS, además, participó en un proyecto experimental, en coordinación con la compañía Waste Management, para determinar el uso del “Crum Rubber” como material alternativo de cubierta diaria para el vertedero de Mayagüez.

Cabe señalar que estos datos no reflejan la totalidad de los Centros de Acopio y Reciclaje de toda la Isla. Muchos de éstos tardan en someter los informes trimestrales que presentan la cantidad de material recuperado y que se utiliza para calcular la tasa de reciclaje nacional. Esto es un factor limitante en el momento de calcular dicha tasa.

3. Desperdicio Sólido Peligroso:

Un desperdicio peligroso se define como “cualquier desecho sólido que por su cantidad, concentración, características químicas, físicas o biológicas puedan causar o contribuir a enfermedades personales y presentar riesgos a la salud o al ambiente cuando sea transportada, tratada, almacenada o dispuesta en forma inapropiada”.

Los desperdicios característicos se refieren a cualquier desperdicio sólido que exhiba una o más de las siguientes características: inflamabilidad (D001), corrosividad (D002), reactividad (D003), o que contenga constituyentes tóxicos en exceso a los estándares federales (D004 al D043).

En 1965 el Congreso aprobó la Ley para la Eliminación de Desperdicios Sólidos para atender el aumento de los problemas ambientales relacionados con desperdicios peligrosos. Dicha legislación fue enmendada en el 1970 por la Ley de Recuperación de Recursos y luego, en el 1976, por la Ley de Conservación y Recuperación de Recursos, mejor conocida como Ley RCRA (por sus siglas en inglés).

La Ley RCRA constituye la legislación de mayor importancia para dar seguimiento a las actividades de manejo de los desperdicios peligrosos. Los objetivos principales de esta legislación pueden resumirse de la siguiente manera:

- proteger la salud humana y el medio ambiente;
- conservar la energía y los recursos naturales, y
- reducir la generación de los desperdicios peligrosos.

Mediante esta legislación, el Congreso autoriza a la EPA a administrar el Programa RCRA y, a su vez, le brinda la oportunidad a los estados de desarrollar un sistema propio de manejo de desperdicios. Con relación a este particular, es necesario establecer que los estados no podrán administrar el Programa sin que antes la EPA les delegue su autoridad para hacerlo. Como norma, los programas estatales deberán ser equivalentes o

más estrictos que el programa federal. Una herramienta de gran valor en este proceso lo es la recopilación anual en los Estados Unidos de todas las reglamentaciones y su encuadernación en el Código de Reglamentaciones Federales (CFR, por sus siglas en inglés).

El programa de desperdicios peligrosos está desarrollado bajo el Subtítulo C, de la Ley RCRA (Secciones 3001-3019). Este programa fue aprobado para asegurar un buen manejo de los desperdicios peligrosos. La meta de este programa es regular todos los aspectos del manejo de los desperdicios peligrosos, desde el momento en que son generados hasta su eliminación final (cradle to grave). Esto se asegura a través del Manifiesto, que rastrea el desperdicio peligroso desde su origen hasta su eliminación final.

El manejo de los desperdicios sólidos peligrosos en Puerto Rico está fiscalizado por el Reglamento para el Control de los Desperdicios Sólidos Peligrosos (RCDSP) de la JCA.

La JCA tiene como propósito fiscalizar a compañías o industrias que generan, tratan, almacenan, transportan y/o disponen desperdicios peligrosos en Puerto Rico para que las mismas estén en cumplimiento con el Reglamento. El seguimiento a este cumplimiento se lleva a cabo mediante inspecciones y evaluación de documentos requeridos por el RCDSP y cualquier otro documento o acción que amerite una evaluación. Como parte de la implantación del programa regulatorio, se provee asistencia técnica, tanto a la comunidad regulada como al público en general, sobre el manejo de los desperdicios peligrosos en Puerto Rico.

La información que se genera como parte del manejo de los desperdicios peligrosos puede ser utilizada como un indicador de las condiciones ambientales del País. Las herramientas de monitoría que la JCA utiliza en sus trabajos de inspección y vigilancia de instalaciones que generan, manejan y disponen desperdicios sólidos peligrosos son el Manifiesto y los Informes Bienales.

Para los efectos de este Informe, se utilizará de referencia la data generada por el Informe Bienal. Para el 1998 en Puerto Rico había 106 generadores de grandes cantidades de desperdicios peligrosos. En el 2000 la cantidad se redujo a 105 generadores y para el 2002 la cantidad disminuyó a tan sólo 84 generadores, según los Informes Bienales de 1998, 2000 y 2002. (Ver el Anejo 3, Tabla 10 y su gráfica: Generación de Desperdicios Peligrosos según Informe Bienal, y la Tabla 11 y su gráfica: Generación de Desperdicios Peligrosos por Característica.)

En el Anejo 3, Tabla 10 se puede observar un incremento significativo en la cantidad total de desperdicios peligrosos generada entre el 2000 y 2002, pese a que la cantidad de generadores muestra una disminución marcada precisamente para el 2002.

Para poder comprender la información estadística que se presentará en adelante, es necesario establecer cómo ha evolucionado el Informe Bienal en los pasados seis (6) años.

El cambio más significativo es la eliminación de los “desperdicios acuosos”, comúnmente llamados *wastewater*, que se definen, para efectos del Informe Bienal, como desperdicios que tienen una forma particular y/o que son manejados dentro o fuera de la instalación que los genera en sistemas de tratamiento que son típicamente utilizados en el manejo de aguas usadas.

Los aumentos en el tonelaje de desperdicios peligrosos generados, según se describe en el Anejo 3, Tabla 10, se debe a lo siguiente:

- 1998 - El Informe excluyó los desperdicios tratados dentro de la instalación por sistemas exentos de cumplimiento con reglamentación RCRA (*on-site treatment systems*).
- 2000 - Se incluyeron todos los desperdicios, los *non-wastewater* y se excluyeron los *wastewater*.
- 2002 - Este Informe no incluye los *wastewater*. Para este año en particular, las compañías que generan *wastewater* los incluyeron como desperdicios peligrosos. La información correspondiente a este ciclo no ha sido consolidada y se encuentra bajo corrección al momento.

Por lo antes señalado, la data de generación de desperdicios peligrosos mostrada en esta tabla deberá interpretarse de forma individual, ya que la variable de *wastewater* no es uniforme en los tres (3) reportes bienales. Este factor limitante (*wastewater*) será corregido en el reporte bienal 2002, por lo que la información disponible es preliminar.

De la información presentada en la Tabla 11 y su gráfica se puede destacar que los desperdicios peligrosos característicos-inflamables son los más generados.

El Anejo 3, Tabla 12 y sus gráficas: Listados Generación de Desperdicios Peligrosos, muestran la generación de desperdicios peligrosos listados. Los desperdicios listados por el Código F se presentan en una gráfica separada, ya que por su cantidad se dificulta la comparación.

El Informe Bienal provee las cantidades de desperdicios peligrosos que fueron reusadas por diferentes métodos. El Anejo 3, Tabla 13 y su gráfica: Desperdicios Peligrosos Reusados según Informe Bienal, resume las cantidades totales de desperdicios peligrosos reusadas para el 1998, 2000 y 2002.

Los métodos de reuso más utilizados son: recuperación de solventes, recuperación de energía, recuperación de metales y *fuel blending*. Las cantidades reusadas mediante estos métodos se han mantenido constante. Los desperdicios peligrosos que no son reusados se manejan mediante disposición sobre el terreno o incinerados.

Además de los desperdicios peligrosos reusados, el Informe Bienal provee las cantidades de desperdicios peligrosos que son dispuestas sobre el terreno y las cantidades que son incineradas. En el Anejo 3, Tabla 14: Disposición sobre el Terreno e Incineración Fuera de Puerto Rico, se detalla las cantidades de desperdicios peligrosos que fueron mayormente dispuestos sobre el terreno e incinerados fuera de Puerto Rico para el 1998, 2000 y 2002. Para los tres (3) años considerados en el reporte bienal el método de manejo más utilizado fue la incineración, con los siguientes porcentajes: 6.7%, 7.2% y 21.1% para el 1998, 2000 y 2002 respectivamente.

En cuanto a la exportación, el Anejo 3, Tabla 15: Desperdicios Peligrosos Exportados, muestra las cantidades totales de desperdicios peligrosos que fueron enviados fuera de Puerto Rico en el 1998, 2000 y 2002, según la información obtenida del Informe Bienal. De acuerdo con los Informes Bienales de 1998, 2000 y 2002, el estado al que Puerto Rico exporta más desperdicios peligrosos es Carolina del Sur.

La información que se presenta a continuación se obtiene de un registro de datos, conocido como *RCRA INFO*. Este registro de datos se logra al completar la forma *Compliance Monitoring Enforcement Log (Cmel)*, que es la herramienta utilizada para registrar el cumplimiento de las instalaciones inspeccionadas. Una vez la data es entrada al sistema (*RCRA INFO*) se generan diferentes tipos de reportes. En vista de que para el 1998 la JCA trabajaba con otro tipo de sistema de datos diferente a *RCRA INFO*, la data que se incluye en este Informe comenzará desde el 2000. Conforme a lo antes descrito, se mostrará información relativa al cumplimiento de diversas instalaciones en las siguientes categorías:

a. Generadores:

- 1) Generadores Grandes: (Ver el Anejo 3, Tabla 16: Generadores Grandes.)

De acuerdo con la Tabla, para el 2000 y 2002 el por ciento de generadores encontrados en cumplimiento fue similar, sin embargo, para el 2001 los datos reflejan que el porcentaje de cumplimiento fue más significativo (92%). Las razones para este incremento en el 2001 son diversas, no obstante, se entiende que al dirigir esfuerzos a reinspeccionar y evaluar documentación requerida en la inspección original, las instalaciones encontradas en violaciones

corrigen sus deficiencias aumentado así el porcentaje de cumplimiento. De la misma forma, aquellas instalaciones inspeccionadas por primera ocasión tienen mayor probabilidad de incumplir con la reglamentación aplicable.

- 2) Generadores Pequeños: (Ver el Anejo 3, Tabla 17. Generadores Pequeños.)

La justificación dada en la Tabla 17 es aplicable también a los pequeños generadores. La Tabla 18 muestra que para el 2002 el por ciento de cumplimiento para pequeños generadores fue menor que para el 2000 y 2001. Una de las razones para tal estadística lo fue que el universo de inspecciones para este año incorporó hospitales, universidades e imprentas, que anteriormente no se habían inspeccionado.

- 3) Condicionalmente Exentos: (Ver el Anejo 3, Tabla 18: Generadores Condicionalmente Exentos.)

En la tabla se observa un aumento en el cumplimiento de generadores condicionalmente exentos. La razón para dicho aumento lo es la intervención del personal en visitas para proveer asesoramiento y prevenir el incumplimiento con la reglamentación.

- 4) Transportadores: (Ver el Anejo 3, Tabla 19. Transportadores.)

En la tabla sobre transportadores se observa que para el 2002 hubo una reducción en el por ciento de cumplimiento. Un aspecto que hay que tomar en consideración es que para el mismo año hubo un incremento en la cantidad de transportadores, lo que aumenta las probabilidades de encontrar violaciones en la revisión de documentación durante la inspección de estas facilidades.

- 5) Instalaciones de Tratamiento y Almacenaje: (Ver el Anejo 3, Tabla 20: Instalaciones de Tratamiento y Almacenaje)

En esta tabla es necesario señalar que las instalaciones permitidas son un universo limitado a nueve (9) instalaciones. Este universo es inspeccionado anualmente, por lo que no existe una razón específica para establecer la reducción en cumplimiento, según se observa para el 2002.

En resumen, de acuerdo con el Informe Bienal 2002, Puerto Rico ocupa la posición número 31 (incluyendo los 50 Estados de la Nación Americana, Distrito de Columbia, Guam, Nación Navajo, Islas Vírgenes y Territorios) en la cantidad de desperdicios peligrosos generados. Esto puede significar que Puerto Rico genera cantidades sustanciales de desperdicios peligrosos si se

toma en consideración la extensión territorial y población de la Isla en comparación con otros estados y territorios de los Estados Unidos.

Para Puerto Rico, el manejo apropiado de los desperdicios peligrosos es de gran relevancia, ya que, de no ser así, podrían causar serios daños a la salud y al ambiente. De hecho, sus constituyentes pueden permanecer por mucho tiempo en el ambiente y potencialmente migrar de un medio a otro. La mayoría de los desperdicios peligrosos generados en Puerto Rico son exportados a los Estados Unidos. Por sus características geográficas, la Isla es particularmente sensible al establecimiento de instalaciones para la disposición de desperdicios peligrosos. Tal situación constituye un factor significativo, por lo que la exportación es la alternativa mayormente utilizada. Al momento, la Isla sólo cuenta con una facilidad comercial que trata, almacena y dispone desperdicios peligrosos.

Una alternativa de manejo que muchas compañías han utilizado es la minimización de desperdicios peligrosos. Las compañías pueden hacer estudios sobre su generación de desperdicios peligrosos y reducirlos sustancialmente. Por otra parte, y en el ámbito legislativo, Puerto Rico podría impulsar aún más el manejo adecuado de sus desperdicios peligrosos mediante la reactivación de la *Ley para el Fomento de la Reducción de los Desperdicios Peligrosos en Puerto Rico*. Dicha ley declara como política pública del Estado Libre Asociado de Puerto Rico el desarrollo e implantación de estrategias económicamente viables y ambientalmente seguras que fomenten la reducción de desperdicios peligrosos.

En cuanto al cumplimiento ambiental de las instalaciones que manejan y transportan desperdicios peligrosos, se puede concluir que los generadores de pequeñas cantidades condicionalmente exentos (CESQG, por sus siglas en inglés), las facilidades de tratamiento, almacenamiento y disposición, y transportadores, son las que muestran un mayor cumplimiento con la reglamentación aplicable. Por otro lado, los generadores de grandes cantidades presentan un cumplimiento de sobre un 60%. Las violaciones más frecuentes se observan en los generadores de pequeñas cantidades, con un 50% en los casos intervenidos. El Anejo 4, Gráfica 5: Manejadores de Desperdicios Peligrosos, muestra el número de facilidades de manejo de desperdicios peligrosos que fueron inspeccionadas durante el 2002 y su estatus de cumplimiento.

Para concluir, cuando se observa el universo de inspecciones durante el 2002 y se establecen porcentajes de cumplimiento, se obtienen los siguientes resultados: Se inspeccionaron 135 instalaciones de manejo y transporte de desperdicios peligrosos, de los cuales 93 se observaron en cumplimiento y 42 en violación. (Ver el Anejo 4, Gráfica 6: Datos Porcentuales de las Inspecciones Realizadas.)

4. Mitigación de Pintura con Base de Plomo:

Durante décadas en Puerto Rico se ha utilizado la pintura con contenido de plomo en distintas concentraciones para embellecer nuestros hogares. El propósito primordial de incorporar compuestos de plomo a la formulación de pinturas fue crear calidad en la durabilidad del esmalte. Estos compuestos químicos eventualmente crearon problemas ambientales y de salud pública.

El plomo es un metal pesado, altamente tóxico y de color gris azulado que se encuentra en abundancia en la corteza terrestre. Es un elemento inorgánico que no se puede procesar ni cambiar su estructura química. Una vez absorbido por el cuerpo, se mantiene indefinidamente en el sistema, razón por la cual no se considera una enfermedad natural.

El envenenamiento por plomo se conoce como la *Enfermedad del Silencio*, ya que no presenta síntomas, y sus efectos son graduales e imperceptibles. El plomo, por ser un material altamente tóxico, afecta personas de todas las edades. Sus efectos nocivos se acentúan más en los infantes y niños de seis (6) años o menos, cuando se introducen objetos y los dedos a la boca con partículas de material tóxico. Además, por encontrarse en etapas de desarrollo, los órganos de sus cuerpos son menos tolerables al plomo.

Estudios han demostrado que cuando el plomo es absorbido por el cuerpo causa envenenamiento. Se afecta irreversiblemente el Sistema Nervioso Central, causando daño al cerebro, riñones, problemas específicos de aprendizaje, impedimentos visuales y auditivos permanentes, retraso en el crecimiento, convulsiones e, inclusive, la muerte. Las mujeres embarazadas que de alguna forma se exponen al plomo podrían sufrir anomalías en el desarrollo y también abortos.

De acuerdo a estadísticas provistas por el Departamento de la Vivienda, existen 600,000 unidades de viviendas que pudieran contener pintura con base de plomo. En la actualidad, 450,000 niños menores de seis (6) años pudieran estar expuestos al riesgo de envenenamiento de pintura con base de plomo.

Este material se encuentra mayormente en pintura con base de plomo, terrenos contaminados y en los sistemas de agua potable. Anteriormente, el plomo se encontraba en la gasolina y en la soldadura de enlatados de comestibles. El Congreso de los Estados Unidos legisló para eliminar este tipo de soldadura y la gasolina con plomo, la cual se usaba para mejorar el rendimiento de los motores.

La mayor fuente de exposición son las superficies contaminadas con el polvo proveniente del deterioro de la pintura con base de plomo. Esta fuente representa el 30% de los altos niveles de plomo en la sangre detectado en los niños. Toda edificación construida antes de 1978 que contenga pintura

con base de plomo es una fuente potencial de contaminación. Mientras más antigua la edificación, mayor será la concentración de plomo que contiene su pintura. Gracias a la legislación del Congreso de los Estados Unidos, se eliminó la manufactura de pinturas con contenido de plomo como componente para pinturas de uso residencial. Su vigencia fue efectiva en 1978.

Actualmente, se aprobó por la Legislatura de Puerto Rico las enmiendas a la Ley 9 sobre Política Pública Ambiental para el Proyecto de Certificación y Permisos de Pintura con Base de Plomo. La Ley 149 establece los requisitos para certificar a individuos que van a hacer la remoción de pintura con base de plomo. La Ley 144 le concede la autoridad a la JCA para la acreditación de las instituciones que van a suministrar cursos de remoción de pintura con base de plomo en la Isla.

Al presente no se cuenta con un programa de estudio dirigido a niños con alto riesgo de envenenamiento por plomo y no se requiere notificar al Departamento de Salud los casos por envenenamiento. Por tal razón, no se cuenta con estudios toxicológicos ni se conoce la magnitud de los casos en la Isla.

El objetivo de la JCA fue establecer la infraestructura para sostener un proyecto estatal que fiscalizara el campo de la remoción de la pintura con base de plomo tanto en estructuras públicas como privadas.

Los beneficios esperados con este esfuerzo son:

- Minimizar el peligro de envenenamiento con plomo causado por la remoción inadecuada de la pintura con base de plomo en estructuras públicas y privadas.
- Adiestrar y certificar profesionales en las tareas de remoción de pintura con base de plomo.
- Concienciar y educar al público de los peligros del plomo y las precauciones necesarias a seguir.

El Proyecto de Certificación y Permisos de Pintura con Base de Plomo de la JCA tiene como función primordial el certificar aquellos individuos actualmente dedicados a la remoción de pintura con base de plomo, la acreditación de instituciones públicas o privadas que adiestren a dicho personal, y la evaluación de permisos para actividades de remoción y disposición de pintura con base de plomo en los proyectos autorizados. Además, asegurará que todo solicitante que complete exitosamente los adiestramientos requeridos para su clase podrá evaluar, diseñar o realizar trabajos de disminución o remediación sin afectar su salud ni la salud de nuestro pueblo puertorriqueño. La población en general podrá sentirse

confiada en que los trabajos serán realizados por personas con licencia autorizadas para llevar a cabo esta actividad. Estos poseerán los conocimientos necesarios para detectar la presencia de materiales contaminados con plomo y disminuirán la exposición del público a los riesgos asociados con los trabajos de remoción. De esta forma, nos ayudará a disminuir y eventualmente proteger a la población de los peligros de envenenamiento de pintura con base de plomo.

El Anejo 4, Gráfica 7: Permisos del Proyecto de Certificación y Permisos de Pintura con Base de Plomo, muestra los datos comparativos relacionados con los permisos desde 1999 hasta el 2002. Durante el 1999, muestra la gráfica que se radicó alrededor de 26 permisos en comparación con el 2000, que se radicaron alrededor de 78 permisos. Esto corresponde a un aumento dentro de los próximos años debido a la demanda de remover la pintura con base de plomo que se encuentra en la Isla. Para el 1999 la demanda de permisos fue menor debido a que en ese año dio sus comienzos el Proyecto de Certificación y Permisos de Pintura con Base de Plomo. Para el 2001 se radicaron 70 permisos con relación al 2002, que se radicaron alrededor de 86 permisos. Para los próximos años la cantidad de permisos a radicarse dependerá de la cantidad de residenciales públicos que estén disponibles y listos para la debida remoción de la pintura con base de plomo que estos contengan.

Una de las áreas de mayor preocupación en cuanto a contaminación con pintura con base de plomo son las mitigaciones de este contaminante en las unidades de vivienda pública del País. Una significativa cantidad de los residenciales públicos en Puerto Rico fueron construidos antes del 1978 (año en que entra en efecto la prohibición de fabricar pintura con base de plomo), por lo que existe una alta probabilidad de que los mismos estén contaminados, lo que representa un alto riesgo a la salud pública de la población infantil. A tales efectos, y con el propósito de documentar el progreso alcanzado en los esfuerzos de mitigación, en el Anejo 3, Tabla 21: Mitigación de Pintura con Base de Plomo en Residenciales Públicos, se presenta información sobre los residenciales públicos contaminados y su status de remoción de pintura con base de plomo para el 2002.

5. Terrenos Contaminados / Acciones Correctivas:

El manejo de materiales o sustancias peligrosas (desperdicios peligrosos, hidrocarburos, químicos industriales, etc.) pueden ocasionar incidentes tales como derrames, descargas, escapes, filtraciones, detonaciones o accidentes. Estos eventos representan un serio riesgo a la salud pública y el ambiente debido a que tienen el potencial de contaminar con constituyentes tóxicos todos los medios ambientales, en especial, los terrenos y las aguas subterráneas. La contaminación de estos medios, la cual tiene un impacto significativo sobre su disponibilidad y aprovechamiento, es de suma preocupación debido, entre otras razones, a que:

- son recursos escasos y no renovables;
- su calidad, abasto y conservación resultan esenciales para mantener la salud pública y sostener la biodiversidad; y
- constituyen la infraestructura ambiental primaria para el desarrollo social, económico y ambiental del País.

Puerto Rico es sumamente sensible a eventos que contaminan los terrenos y atentan contra la salud pública. Sus características geográficas y densidad poblacional, sumadas a la intensidad de las actividades comerciales, industriales y de transportación, las cuales manejan cantidades significativas de estos materiales, lo hacen altamente vulnerable a incidentes de esta naturaleza. Prácticas inadecuadas de manejo, accidentes, falta de controles ambientales, descargas ilegales, materiales abandonados o falta de recursos financieros para atender limpiezas ambientales representan las principales causas para los terrenos contaminados en Puerto Rico.

En Puerto Rico, por haberse manifestado un desarrollo industrial considerable, son muy comunes los materiales clasificados como peligrosos que se manejan, transportan, almacenan y manufacturan. Aunque muchas sustancias son muy beneficiosas, si éstas no se utilizan o manejan debidamente, pueden ser perjudiciales al ser humano y su ambiente, ya sea como resultado de un desastre natural, por error humano o por un accidente inevitable.

Numerosos y diversos incidentes han impactado nuestro ambiente con sustancias peligrosas. Cada uno de manera particular en términos de contaminantes, extensión, riesgo a la salud pública y daño al ambiente. Aunque los impactos ambientales de una cantidad de estos incidentes se han podido remediar mediante acciones de respuesta inmediata, otros, de mayor intensidad y riesgo, requieren de la ejecución de una acción correctiva.

Hay terrenos contaminados donde existe un alto riesgo a la salud pública y no se ha identificado una parte responsable para conducir su limpieza, o por el contrario, se cuenta con una parte responsable, pero no tiene los recursos financieros para llevar a cabo la acción correctiva correspondiente. En estos casos la JCA, junto a la EPA, luego de un proceso de evaluación y aprobación riguroso, pudiesen conducir su limpieza mediante la activación de un fondo monetario especial (Superfondo) creado por la Ley Federal Abarcadora de Compensación, Responsabilidad y Respuesta Ambiental (CERCLA, por sus siglas en inglés).

Este fondo especial, llamado Superfondo, surge bajo la necesidad de terminar con la proliferación de lugares contaminados con desperdicios químicos o sustancias peligrosas que representaban un peligro a la salud

pública y al medio ambiente. Muchas personas desconocían los daños ocasionados por estos desperdicios, por lo que disponían de éstos en lugares no adecuados. Muchos desperdicios se enterraron, se vertieron en los ríos o se dejaron a la intemperie. Como resultado de esas prácticas existen lugares, muchos de ellos abandonados, que representan un peligro o riesgo a la salud pública y al ambiente.

La responsabilidad de su administración recae en la EPA. Esta trabaja en coordinación con los gobiernos estatales, territorios y tribus que componen a los Estados Unidos. El fondo monetario proviene mayormente de impuestos que se le imponen a las industrias químicas y petroquímicas y es utilizado para identificar, evaluar, limpiar y restaurar los lugares contaminados. Los recursos de este fondo monetario se usan principalmente cuando no se pueden identificar a las personas o empresas responsables por la contaminación o cuando esas personas o empresas no pueden absorber los costos de limpieza.

El proceso superfondo se divide en dos fases. La primera envuelve la evaluación de todos aquellos lugares que eventualmente podrían convertirse en un lugar superfondo. La segunda envuelve la fase de remediación del lugar que fue establecido como lugar superfondo y fue incluido en la Lista Nacional de Prioridades (NPL, por sus siglas en inglés). Para información adicional sobre los casos incluidos en NPL de Puerto Rico o con posibilidad de ser incluidos, los expedientes administrativos de los mismos se encuentran a disposición del público en la JCA, Area de Emergencias Ambientales y Superfondo. Los expedientes de aquellos lugares bajo acción correctiva que no son fiscalizados por el Programa de Superfondo, están disponibles en el Programa Reglamentación sobre Contaminación de Terrenos.

Para efectos de este Informe, se presenta una descripción, a grandes rasgos, del status de aquellos lugares con terrenos contaminados bajo acción correctiva, que durante el 2002 comenzaron, continuaron o culminaron sus respectivas limpiezas ambientales. (Ver el Anejo 2, Mapa 12: Terrenos Contaminados.) A fin de bosquejar y facilitar el entendimiento de esta información, se dará énfasis a la discusión de los siguientes tópicos:

- Nombre de lugar o instalación afectada por algún incidente.
- Contaminantes identificados y extensión.
- Riesgos al ambiente y la salud pública.
- Acciones correctivas iniciadas y en progreso.
- Status o nivel de limpieza alcanzado en los trabajos de remediación.

- Acciones pendientes para completar la remediación ambiental.

Sin lugar a dudas, el éxito que se consiga en las acciones correctivas de cada una de las áreas discutidas redundará en gran beneficio a la protección de la salud pública, la calidad de vida y el desarrollo socioeconómico de todos los puertorriqueños.

a. Antena de Comunicación Celular Movi Star:

Localizada en la Carr. PR 2 Interior PR 22, Barrio Carrizales, Hatillo. Es una instalación No-RCRA. El contaminante en este caso es combustible Diesel y su extensión es sobre el terreno, bajo la caseta de equipo perteneciente a Movi Star. Los riesgos al ambiente y a la salud pública son que los hidrocarburos derivados del petróleo son posibles causantes de cáncer en los seres humanos. Se inició como acción correctiva el recogido, con material absorbente, del producto libre y se removió, para su disposición, el terreno impactado. Se le requirió a la compañía un Plan de Muestreo Confirmatorio para verificar las concentraciones de hidrocarburos que prevalecen en el lugar para determinar si es necesario remover terreno adicional. Se espera que las labores de limpieza se terminen durante el transcurso del 2003, luego de que sometan el Plan de Trabajo requerido.

b. Atlantic Fleet Weapons Training Facilities:

Localizada en Vieques. Los contaminantes presentes no han sido determinados todavía, por lo que los riesgos al ambiente y a la salud pública no pueden ser identificados. Como acción correctiva inicial se estableció un control de acceso al público y se encuentra en la etapa de investigación de las áreas designadas como unidades de manejo de desperdicios sólidos. La EPA emitió una orden administrativa y, a estos efectos, se están realizando las labores de investigación. Se espera que estas labores de investigación comiencen durante el transcurso del 2004, debido a que aún no se ha logrado un Plan de Investigación de Instalación RCRA que resulte aceptable para la EPA y la JCA.

c. Base Naval Roosevelt Roads:

Localizada en Tow Way Fuel Farm, Ceiba. Los contaminantes identificados son:

- Suelo:

Acenaftene, benzo(a) pyreno, benzo(a)antraceno, cryseno, fluoranteno, fenantreno, pyreno, Se descubrieron siete (7) volátiles en muestras de suelos superficiales: styreno, tolueno, xylene, 1,1,1-trichloroetano, cloruro de metileno, 2-butanono y tricloroetano. Se

descubrieron ocho (8) semivolátiles: bis(2-ethylhexyl)ftalato, benzo(g,h,i)perileno, benzo(b)fluoranteno, gluoranteno, cryseno, benzo(a)anthracene, di-n-butyltalato y fenantreno. Quince (15) diferentes metales, incluyendo: plomo, mercurio, níquel, tallium, antimonio, arsénico, bario, berilio, cadmio, cromio, cobalto, cobre, vanadio, zinc y selenio. Se encontraron siete (7) compuestos semivolátiles (SVOC): bis(2-ethylhexyl)phthalato, pyrene, 7,12-demethyl benz(a)antraceno, p-dimethylaminoazonenzeno, 2,6-dinitrotolueno, phenanthrene y 5-nitro-o-toluidine. Se detectaron seis (6) hidrocarburos aromáticos polynucleares (PAH), incluyendo: antraceno, pyreno, fluoranteno, acenafteno, phenantreno y naftaleno. Aguas superficiales: disulfuro de carbono fue el único (VOC) detectado en aguas superficiales. Se detectaron 11 metales, incluyendo: plomo, mercurio, tin, antimonio, arsénico, bario, cadmio, cobre, vanadio, zinc y selenio. Se descubrieron 10 diferentes metales disueltos.

- Aguas Subterráneas:

Se detectaron 21 compuestos orgánicos volátiles (VOC) en aguas subterráneas, como: fluorene, naphthalene y methylnaphthalene. Sólo dos (2) de ellos se detectaron en pozos de monitoreo (benceno y tricloroetano).

Excediendo sus niveles mínimos, y sin la debida remediación, los riesgos al ambiente y a la salud pública serían de potencial impacto para la población vertebrada e invertebrada en el sitio. Basado también en la evaluación de los químicos detectados, tricloroetileno (TCE) tiene la propiedad de impactar poblaciones receptoras acuáticas en el lugar donde se excedan los parámetros. En esta base se están haciendo varias acciones correctivas, pero la descrita arriba tiene una Orden Administrativa de Acciones Correctivas y Limpieza bajo RCRA. Entre el 2001, 2002 y 2003 el área fue propiamente evaluada con los procedimientos de acciones correctivas del programa RCRA de la EPA y la JCA, el cual es el mejor instrumento desarrollado para este tipo de problema. El programa de RCRA y sus procedimientos aseguran la limpieza total de cualquier contaminante excediendo sus niveles límites en su libre ambiente. Los niveles de remediación están basados en los de la EPA Región III, Concentraciones de Riesgo Residencial. Las actividades programadas son las que cubre el programa de RCRA, el cual es muy extenso, pero comprende un proceso de acción correctiva tradicional, el cual es: *RCRA Facility Assessment (RFA)*, *RCRA Facility Investigation (RFI)*, *Corrective Measures Study (CMS)*, *Corrective Measure Implementation(CMI)*. Roosevelt Roads ya terminó el proceso de estudiar las medidas para corregir la

contaminación y falta la implementación de esas medidas, *Corrective Measure Implementation (CMI)*.

d. Bayamón Steel Processor:

Localizada en el Parque Industrial Luchetti, Bayamón. La contaminación fue causada por hidrocarburos (benceno, tolueno, etilbenceno, xileno) y tiene una extensión de seis (6) acres. Estos contaminantes son sustancias tóxicas. Son líquidos flamables, por la tanto, pueden causar fuego o explosión. Además, pueden causar cáncer, mutaciones genéticas y efectos teratogénicos. Como acción correctiva, se remedió, mediante un Programa de Tratamiento "in-situ" por biodegradación, y se completaron los trabajos, por lo que no se requiere ninguna otra acción.

e. Boricua Woods Processing, Inc.:

Localizada en la Carr. PR 865, Km., 5.5, Toa Baja. Se identificaron los contaminantes arsénico y cromo como resultado del uso de un preservativo inorgánico, utilizado para tratar la madera, cuyos componentes activos son el ácido crómico, el óxido cúprico y el pentaóxido de arsénico. Se contaminó el terreno en la instalación, en un predio contiguo no residencial y algunos lotes residenciales. La contaminación al agua subterránea está bajo control al igual que la exposición humana. Ambos metales causan cáncer en seres humanos y animales. Todos los compuestos de arsénico son tóxicos y afectan el hígado, los riñones, la piel, los pulmones y el sistema linfático. Las rutas de exposición de arsénico son inhalación, absorción e ingestión. El cromo afecta el sistema respiratorio, la piel y los ojos y las rutas de exposición son ingestión e inhalación. Como acción correctiva, los lotes residenciales se excavaron y sustituyeron por terreno nuevo. El área de las instalaciones se limpió mediante excavación también y la EPA emitió una orden administrativa en septiembre de 1992, ordenando una acción correctiva de acuerdo con RCRA. Entre junio y octubre de 1997 se completó la Fase I de la implantación de la acción correctiva (limpieza en las instalaciones). La Fase II (limpieza a las afueras) se encuentra en proceso y ya se efectuó la limpieza en los lotes residenciales que resultaron contaminados por las escorrentías. Queda pendiente la limpieza de un lote a las afueras de la instalación. Se espera terminar estas acciones durante el transcurso del 2003 y está en proceso de aprobación el Plan de Trabajo para la Fase 2D de la Implantación de Medidas Correctivas.

f. Caribbean Petroleum Refining Limited:

Localizada en la Carr. 28, Bayamón. La contaminación es en suelo y aguas subterráneas por benceno, tolueno, así como también productos libres de hidrocarburos. Los contaminantes mencionados representan

una amenaza potencial a las aguas potables circundantes debido a agentes cancerígenos. La instalación está llevando a cabo la recuperación de producto libre de las aguas subterráneas. A la misma vez, se viene llevando a cabo los cierres de unidades de manejo de desperdicios peligrosos (lagunas superficiales, entre otros). Se recuperan de 300 a 700 galones de producto libre mensualmente de las aguas subterráneas y se están estudiando y elaborando las tecnologías de tratamiento para los suelos contaminados. Una vez terminado los estudios, se procederá a la limpieza de los terrenos.

g. Caribe General Electric Product:

Localizada en la Carr. 3, Km. 122.9, Patillas. Tiene contaminación de aguas subterráneas por aceites, cromo y solventes (dicloroetano DCE). Los contaminantes mencionados representan un daño potencial a los acuíferos cercanos a la instalación, puesto que el DCE es considerado un contaminante cancerígeno. Se excavaron las unidades de manejo de desperdicios peligrosos (lechos de secado de cieno). Se instalaron pozos de monitoría de aguas subterráneas para determinar el grado de reducción de los contaminantes mencionados en el agua. El nivel de limpieza no puede ser establecido debido que se ha puesto en duda los estudios hechos del movimiento de los contaminantes en el acuífero. Se han comenzado nuevos estudios para determinar las acciones correctivas pertinentes y está bajo evaluación y aprobación por la EPA un nuevo estudio de caracterización y delineación de los contaminantes en el acuífero.

h. Caribe General Electric Products, Inc.:

Localizada en la Carr. 149, Km. 67, Juana Díaz. Existe contaminación por lodos de aguas tratadas asociado a operaciones electrometálicas. La extensión es mínima, cubriendo terreno y la estructura de la planta. No existe exposición humana inaceptable a la contaminación en exceso a la concentración de riesgo apropiada que pueda ser razonablemente estimada bajo las condiciones actuales de uso del terreno y el agua subterránea. Como acción correctiva, se cerró el área de contenedores excavando el terreno contaminado y rellenando con suelos limpios. La certificación de cierre fue aprobada por la JCA en marzo de 1991. El área de la planta de tratamiento fue investigada y la facilidad sometió un informe de evaluación en abril de 2001. La EPA proveyó comentarios a la facilidad sobre el informe en agosto de 2001 y requirió que se sometiera un plan de cierre para el área de la planta de tratamiento. En diciembre de 2002, la facilidad sometió el plan de cierre. Quedan pendientes labores de remoción de suelos y escombros asociados al área de la planta de tratamiento para certificar su cierre. Las acciones pendientes están en etapa de propuesta por parte de la facilidad.

i. Chevron Phillips Chemical Puerto Rico Core:

Localizada en la Ruta 710, Km. 1.3, Las Mareas, Guayama. El contaminante identificado fue BTEX (benceno, tolueno, etilbenceno, xileno). Estos contaminantes migran fuera de la facilidad hacia cañaverales del este y oeste que bordean la facilidad. Los riesgos al ambiente y la salud pública están bajo evaluación. Han sido recuperados y reciclado en las líneas de proceso de la planta 200,000 galones de producto flotante en el agua subterránea. Los puntos en el suelo con altas concentraciones de contaminante y sedimentos / lodos han sido removidos. Existen cuatro (4) lagunas que son una fuente mayor de contaminación en la facilidad, por lo que han sometido planes de cierre para ser revisados por la EPA. La migración de hidrocarburos fuera de la facilidad está reducida bajo un programa activo de recuperación de producto. Un programa de limpieza de la facilidad completa será implantado luego de un estudio de medidas correctivas.

j. Commonwealth Oil and Refining Company, Inc. (CORCO):

Localizada en la Carr. 127, Barrio Tallaboa, Peñuelas. Tiene contaminación del suelo y aguas subterráneas por petróleo y productos derivados, tales como benceno, tolueno y xileno. Debido al alto contenido de sal, el agua no es apta para su consumo. La contaminación de las aguas subterráneas con producto libre y disuelto del petróleo representan una amenaza potencial a la vida marina en el Mar Caribe y los ecosistemas costeros cercanos a éste. Actualmente se está extrayendo, mediante bombeo, producto libre de las aguas subterráneas y, hasta el momento, se han extraído de las mismas 3.3 millones de galones de producto (petróleo). Los procesos de limpieza en los terrenos contaminados identificados a través de toda la instalación no han comenzado en la actualidad y están bajo evaluación. Esta limpieza está sujeta a la aprobación del permiso sometido por CORCO a la EPA.

k. Gasolinera ESSO La Vega:

Localizada en la Carr. PR 156, Barranquitas. La causa de la contaminación en esta gasolinera fue la corrosión y rotura de los tanques soterrados, los cuales almacenaban gasolina y "diesel". Se encontró gran cantidad de estos productos tanto en suelo como en el agua superficial y subterránea. En términos de los riesgos al ambiente y la salud pública, se puede mencionar que los vapores de hidrocarburo son dañinos a la salud a largo plazo. Además, el benceno es un agente carcinógeno y el ser humano puede desarrollar enfermedades pulmonares y padecer de cáncer. En cuanto al ambiente, contamina principalmente los suelos y acuíferos. Como acción correctiva, se instaló pozos de monitoría para el agua subterránea. Los mismos

fueron muestreados y muchos de los resultados obtenidos reflejaron presencia de contaminantes (detectado). También se tomaron muestras de suelo para ser analizadas para los parámetros de BTEX (benceno, tolueno, etilbenceno, xileno), TPH-GRO (Total Petroleum Hydrocarbons-Gas Range Organics), TPH-DRO (Total Petroleum Hydrocarbons-Deasel Range Organics) y TL (Total Lead). El nivel de limpieza alcanzado en esta gasolinera ha sido aquel permitido por la remoción de producto en el agua mediante “booms” (paños absorbentes) y la extracción de vapor en el suelo (SVE, por sus siglas en inglés). No se han conseguido los niveles de corrección necesarios para una remediación final, por lo que los trabajos de limpieza continúan en progreso.

i. Estación de Servicio Gulf (406):

Localizada en la Carr. 10, Km. 53.6, Barrio Salto Arriba, Utuado. La contaminación existente es por gasolina (benceno, tolueno, etilbenceno, xileno) y cubre una extensión de 50 cuerdas. Estos contaminantes son sustancias tóxicas. Son líquidos flamables, por lo tanto, pueden causar fuego o explosión. Además, pueden causar cáncer, mutaciones genéticas y efectos teratogénicos. Como inicio de la acción correctiva, se reparó tubería, se hizo caracterización del lugar y se estableció un Programa de Remoción de Producto. Según datos suministrados, se continúa trabajando en el área con el Sistema de Recuperación de Producto y se evaluarán los últimos resultados de muestreo para determinar el tipo de remediación a ser implantada.

m. Finca Monte Grande:

Localizada en la Autoridad de Tierras, Carr. 2, Arecibo. Los contaminantes identificados son hidrocarburos (benceno, tolueno, etilbenceno, xileno). El área impactada es una excavación de aproximadamente 26'x48' (pies) y se desconoce la profundidad. Estos contaminantes son sustancias tóxicas y son líquidos flamables, por lo tanto, pueden causar fuego o explosión. Además, pueden causar cáncer, mutaciones genéticas y efectos teratogénicos. Como acción correctiva, se removió toda chatarra y todo el material que se había depositado en la excavación, disponiéndose del mismo de forma adecuada. Se realizó muestreo preliminar y se espera por una Caracterización del Lugar. Luego de obtener los resultados de la Caracterización del Lugar, se establecerá el tipo de remediación a ser implantada.

n. Hewlett-Packard, San Germán (anteriormente Digital):

Localizada en la Carr. 362, Km. 0.1, San Germán. Los contaminantes identificados son tricloroetileno (TCE) y compuestos orgánicos volátiles (benceno, tolueno, etilbenceno y xileno). Su extensión es en el área del

proyecto, cubriendo cerca de 18 acres, incluyendo terreno. Estos contaminantes en el ambiente tienen la posibilidad de causar fuego o explosión. Todos son sustancias tóxicas y, además, pueden causar cáncer y mutaciones genéticas. Para corregir esta situación, luego de la Evaluación Preliminar realizada en 1994, la compañía implantó, de forma voluntaria, un Plan de Remediación. El sistema de remediación implantado ha logrado reducir significativamente los niveles de contaminantes identificados. Además, el sistema ha logrado mantener el área de captación de contaminantes. Dentro de los planes futuros, se va a continuar con los muestreos bianuales y se va a establecer un pozo de extracción nuevo, el cual aumentará la eficiencia de la zona de captación.

o. Medtech Plastics, Inc. de Puerto Rico:

Localizada en el Parque Industrial Cabo Caribe, Edificio 1093, Vega Baja. Es una instalación No-RCRA. El contaminante identificado es combustible diesel, cuya extensión es sobre el terreno, no profundo. Los hidrocarburos derivados del petróleo son posibles causantes de cáncer en los seres humanos. Los riesgos fueron eliminados mediante la limpieza realizada en el lugar. Se recogió con material absorbente el producto libre y se removió, para su disposición, el terreno impactado. Además, se le requirió a la compañía un Plan de Muestreo Confirmatorio para verificar las concentraciones de hidrocarburos que prevalecen en el lugar para determinar si es necesario remover terreno adicional. Se espera que las labores de limpieza se terminen durante el transcurso del 2003, aunque no han sometido el Plan de Muestreo requerido.

p. Base Naval, San Juan:

Localizada en la Parada 7½ , San Juan. Se piensa remediar terreno contaminado con bifenilos policlorinados (PCB), plomo, arsénico y benzo(a)pyrene. Se estima que sólo el terreno se impactó con dichos contaminantes. Excediendo sus niveles mínimos, y sin la debida remediación, los riesgos al ambiente y a la salud pública serían de potencial impacto para la población vertebrada e invertebrada en el sitio. El Departamento de la Armada de los Estados Unidos y su División Atlántica del Comando de Ingeniería Naval están a cargos de la limpieza. El objetivo es desarrollar la remoción del suelo y concreto contaminado con los procedimientos viables de limpieza. Los niveles de remediación están basados en los de la EPA Región III, Concentraciones de Riesgo Residencial. Se desarrollo un Plan de Acciones Correctivas, el cual todavía está siendo evaluado para su aprobación. Está pendiente la aprobación del Plan de Acciones Correctivas para la facilidad y después la limpieza, siguiendo los planes propuestos y aprobados.

q. Parcela 6, Barrio Juan Sánchez:

Está localizada adyacente al Departamento de Obras Públicas y Protección Ambiental del Municipio de Bayamón. El área está contaminada con combustible (benceno, tolueno, etilbenceno, xileno) y su extensión cubre aproximadamente una (1) cuerda. Como se ha mencionado anteriormente, estos contaminantes son sustancias tóxicas y son líquidos flamables, por lo tanto, pueden causar fuego o explosión. Además, pueden causar cáncer, mutaciones genéticas y efectos teratogénicos. Se realizó una Caracterización del Lugar y se está desarrollando un Plan de Trabajo y un Plan de Muestreo. De los resultados del Plan de Muestreo, se establecerá el tipo de remediación a ser implantada.

r. Pharmacia & Upjohn Caribe, Inc.:

Localizada en la Carr. 2, Km. 60.0, Arecibo. El área afectada indica contaminación de suelo y agua subterránea por tetracloruro de carbono, acetinitrito y cloroformo. Los contaminantes mencionados representan un riesgo a la salud por ser éstos agentes identificados como cancerígenos en las aguas subterráneas adyacentes a pozos de agua potable. Como acciones correctivas se realizó una excavación y disposición de suelos contaminados, bombeo y extracción de aguas subterráneas para su tratamiento y disposición, además de la instalación de un sistema de extracción de vapores orgánicos del suelo. Actualmente se mantiene el bombeo, extracción y tratamiento de las aguas subterráneas contaminadas. Además, se continúa con la remediación de terreno a través de la eliminación de los orgánicos volátiles. Los resultados reflejan la reducción de los contaminantes en las aguas subterráneas. Al presente no hay acciones pendientes.

s. PPG Industries Caribe:

Localizada en la Carr. 127, Guayanilla. Se identificó contaminación de aguas subterráneas por cloruro de vinilo, 1,2 dicloroetano, acetona, cloroformo, 1,1, dicloroetano y tricloroetano, además de contaminación del suelo por orgánicos volátiles y mercurio. Esta contaminación presenta una amenaza ecológica potencial a las aguas superficiales del Mar Caribe. Las aguas subterráneas no son autorizadas a ser bebidas. Como acciones correctivas, fueron removidos y dispuestos como desperdicios peligrosos embalses superficiales de cemento y terreno contaminado. Además, los almacenes y tanques de desperdicios peligrosos fueron cerrados, limpiados y decomisados. Las limpiezas de las áreas de terreno y unidades contaminadas fueron terminadas y aprobadas para 1984. Sin embargo, debido a la presencia de contaminación en las aguas subterráneas, en el 1990 se ordenó una investigación RCRA. Esta orden no requirió acciones correctivas o

medidas correctivas, pero sí un estudio de riesgo para orgánicos volátiles y mercurio. Actualmente no se conduce limpieza de las aguas subterráneas.

t. Reserva Natural Inés Mendoza / Punta Yeguas:

Localizada en el Sector Punta Yegua, Carr. 901, Barrio Camino Nuevo, Yabucoa. El contaminante identificado fue gasolina (benceno, tolueno, etilbenceno, xileno) y el derrame impactó un área superficial de aproximadamente 25,000 m², impactando terreno y aguas subterráneas. Como se ha mencionado anteriormente, estos contaminantes son sustancias tóxicas y son líquidos inflamables, por lo tanto, pueden causar fuego o explosión. Además, pueden causar cáncer, mutaciones genéticas y efectos teratogénicos. Como parte de las acciones correctivas, se removió combustible con material absorbente (julio 1999) y se realizó un Estudio Preliminar para determinar la extensión del derrame. Al presente se está inspeccionando el área para verificar la situación actual y está pendiente verificar los análisis del último muestreo efectuado para determinar el tipo de remediación a ser implantada.

u. Shell Chemical Yabucoa, Inc.:

Localizada en la Carr. 901, Km. 2.7, Barrio Camino Nuevo, Yabucoa. Los contaminantes identificados son benceno, cromo y plomo a causa de un derrame de corta duración que impactó un área de aproximadamente 14 pies². Estas sustancias son tóxicas, pueden causar fuego o explosión y pueden causar cáncer. Como acción correctiva, se reparó la bomba dañada que ocasionó el derrame, se removió el terreno impactado y se inspeccionó el área. Los resultados analíticos del muestreo determinaron que no hubo migración del derrame al subsuelo, por lo que no se requiere ninguna otra acción.

v. Taller Búfalo, Autoridad de Tierras:

Localizado en la Autoridad de Tierras, Barceloneta. La contaminación por hidrocarburos (benceno, tolueno, etilbenceno, xileno) se extendió a un área de aproximadamente una cuerda. Estos contaminantes son sustancias tóxicas y son líquidos inflamables, por lo que pueden causar fuego o explosión. Además, pueden causar cáncer, mutaciones genéticas y efectos teratogénicos. Se realizó un Plan de Muestreo y se espera por los resultados. Queda evaluar los resultados del análisis del Plan de Muestreo para determinar las acciones a seguir.

w. Union Carbide Caribe L.L.C. (UCCLLC):

Localizado en la Carr. 127, Km., 17.3, Barrio Tallaboa, Peñuelas. Existe en esta área contaminación de suelo y agua subterránea por benceno, etilbenceno, tolueno, xileno, 2-metilnaftaleno, naftaleno y estireno. Debido a que el agua subterránea tiene un alto contenido de sal, ésta no es usada como agua potable. Sin embargo, los contaminantes derramados representan una amenaza ecológica para las aguas superficiales del Mar Caribe y sus costas. En las áreas más impactadas se procedió a estabilizar / fijar química y físicamente en sitio los contaminantes. Actualmente se está extrayendo aguas subterráneas como parte de las limpiezas, la que es sometida a tratamiento para reducir su peligrosidad. La limpieza de terrenos y agua subterránea continúa como requisito del permiso emitido para mantenimiento de las áreas bajo acción correctiva y la UCCLLC está en espera de los comentarios de la renovación de su permiso. Actualmente se continúa operando bajo la extensión del permiso anterior.

x. Urb. Finca Usabal (Programa Nuevo Hogar Seguro):

Localizada en la Carr. PR 874, Barrio Torrecilla Alta, Canóvanas. Esta área está contaminada con arsénico, plomo (Area A) e hidrocarburos de petróleo (Area B). Hubo impacto al terreno dentro del predio y no hubo impacto al agua subterránea. La exposición humana será reducida mediante el uso de controles de acceso y aislamiento del área. El plomo es un veneno sistemático que intoxica mediante la inhalación y/o ingestión. El arsénico causa cáncer tanto en humanos como en animales. Los hidrocarburos derivados del petróleo son posibles causantes de cáncer en los seres humanos. Como parte de las acciones correctivas, se realizó remoción de terreno en ambas áreas afectadas y se recomendó no requerir acción adicional en el Area B. Como la remoción en el Area A no resultó igualmente efectiva, la agencia proponente sometió una propuesta de encapsulamiento "capping" y controles institucionales para dar por terminada la acción correctiva. Esta está bajo consideración del Area de Asesoramiento Científico de la JCA.

y. Lista Nacional de Prioridades (LNP) de Superfondo:

A continuación se presentan aquellos casos de terrenos contaminados que están en la Lista Nacional de Prioridades (LNP) de Superfondo o están bajo investigación con posibilidad de ser incluidos en dicha Lista.

1) Vertedero de Barceloneta:

Localizado en la Carretera Estatal PR 666, Barrio Florida Afuera, Barceloneta. Este vertedero, que está cerrado, fue donde fueron

dispuestos desperdicios peligrosos, afectando algunos sumideros. Como resultados de las investigaciones en el lugar, se encontraron los siguientes contaminantes: metales pesados, compuestos volátiles orgánicos y tolueno. Estos tuvieron un impacto en el agua subterránea del área, donde la extracción de pozos son la fuente principal para la irrigación y el agua potable del sector. El área alrededor del vertedero es clasificada por la Junta de Planificación como una comercial, residencial y agrícola. Esta instalación fue incluida en la LNP y se acordó llevar a cabo una acción de remediación mediante el método de encapsulamiento. Al finalizar los trabajos en el lugar, y como resultado final de los muestreos realizados, la JCA recomendó a la EPA su eliminación de la LNP.

2) Scorpio Recycling:

Localizada en la Carretera Estatal PR 2, Km. 19.7, Barrio Candelaria, Toa Baja. Es una compañía dedicada al reciclaje de baterías y metal con áreas para almacenaje de chatarra. Los contaminantes identificados en el lugar son: metales pesados, arsénico, fenol, pesticidas, compuestos volátiles orgánicos y compuestos inorgánicos. Se impactó el suelo y agua subterránea. Actualmente se están llevando a cabo labores de remoción de emergencia de terrenos contaminados y baterías que fueron encontradas en el lugar. Esta instalación se encuentra bajo investigación y, como resultado de la investigación realizada, se incluyó en la LNP.

3) Vertedero Municipal de Vega Baja:

Localizado en la Carretera Estatal PR 674, Km. 2.0, Barrio Río Abajo, Vega Baja. Era un viejo crematorio (área de disposición de desperdicios o vertedero). Los contaminantes encontrados son plomo y metales pesados, afectándose aproximadamente 1,200 personas que vivían dentro del área, además de 206 propiedades posiblemente afectadas. Actualmente se completó la unidad operacional I (agua subterránea), donde la alternativa de remediación aprobada fue la de No-Acción, ya que se determinó que la contaminación de suelos no afectó la calidad del agua subterránea. Se negoció con las partes responsables de este lugar bajo una orden administrativa en consentimiento para proceder con la limpieza. Próximamente comenzará la fase de investigación sobre la naturaleza y extensión de la contaminación en los suelos. Esta es la segunda unidad operacional de este lugar. Como resultado de la investigación realizada, se incluyó en la LNP.

4) Vertedero Municipal de Juncos:

Localizado en el Barrio Ceiba Norte, Juncos. Es uno de los vertederos municipales que cerraron y donde los contaminantes identificados fueron mercurio, compuestos volátiles orgánicos y metales pesados. Se impactó el agua subterránea, el agua superficial, sedimentos, suelo y aire, además de 25 casas construidas en los predios del vertedero y aproximadamente 10,000 personas viviendo en un radio de tres (3) millas del área afectada. Las familias que residían en el lado norte del vertedero fueron relocalizadas. Como método de remediación, se utilizará la alternativa de encapsulamiento del vertedero en enero de 2004. Como resultado de la investigación realizada, se incluyó en la LNP.

5) Pozos Públicos de Agua Potable de Vega Baja, OU-I y OU-II:

Localizados en el municipio de Vega Alta. Su contaminación es causada por varios compuestos volátiles orgánicos, afectando aproximadamente 27,000 personas viviendo cerca del área. Los pozos suplen alrededor de cuatro (4) millones de galones de agua diarios al municipio de Vega Alta y áreas residenciales adyacentes. Es un sistema de pozos públicos que consisten de seis (6) pozos activos y cuatro (4) inactivos. Se envió el Informe Preliminar de Cierre de la remediación de las dos (2) unidades operacionales de este lugar (suelo y agua subterránea). Se continúa el monitoreo del agua subterránea a través del sistema "Source Area Wells", que permite el bombeo y tratamiento del agua. Para el suelo se instaló el sistema "Solid Vapor Extraction", que limpiará el suelo contaminado del lugar. Como resultado de la investigación realizada, se incluyó en la LNP.

6) Pozos Públicos de Agua Potable de la compañía Fibers:

Localizado en la Carretera Estatal PR 3, Km. 142.5, Guayama. Los pozos de agua potable en estado de espera de Guayama están localizados gradiente abajo de una planta manufacturera de fibra sintética que operaba en esa área. Hay en esta área suelo y agua subterránea contaminada con compuestos volátiles orgánicos, principalmente solventes halogenados y, recientemente, con acetona proveniente de la compañía Ohmeda Caribe, Inc. Se afectaron pozos de agua subterránea, como 50 residencias cercanas, y áreas industriales y agrícolas del municipio de Guayama. Actualmente continúa trabajando el sistema de "Air Stripper", que descontaminará el acuífero que sule agua potable a toda la comunidad del área. Se concluyeron las tareas realizadas con el bioreactor que trataba la acetona encontrada en el sistema. Próximamente se propone entrar este lugar en la fase de operación

y mantenimiento con el propósito de removerlo de la LNP. Como resultado de la investigación realizada, este sistema se incluyó en la LNP.

7) Almacén General de la Autoridad de Energía Eléctrica Palo Seco:

Localizado en la Carretera Estatal PR 165, Barrio Palo Seco, Toa Baja. Es una planta generatriz de electricidad, cuyos contaminantes fueron identificados como metales y ácidos. Hubo un derrame de 1,600 galones de ácido sulfúrico, dos (2) galones de anticorrosivo conteniendo cromo y zinc, once (11) libras de mercurio y 200,000 galones de aguas usadas ácidas afectando aguas superficiales, pesquerías, residentes cercanos ubicados en dirección del viento, suelo y humedales. Actualmente se están evaluando e investigando alternativas de remediación para este lugar. Se comenzó la etapa de investigación y estudios de viabilidad, a la vez que se llevan a cabo muestreos trimestrales. Se espera se pueda incluir en la LNP.

8) UpJohn Manufacturing, Inc.:

Localizada en la Carretera Estatal PR 2, Km. 60, Arecibo. En esta instalación hubo un escape de 15,300 galones de una sustancia acuosa (aditivo) de un tanque de almacenamiento soterrado que migró hasta el sistema de pozos en el área. Hubo contaminación con compuestos volátiles orgánicos (incluyendo tetracloruro de carbono y cloroformo) y metales pesados, afectando el agua subterránea, humedales y vida silvestre. Hay un acuífero que pasa debajo de la facilidad y suple agua a 12,000 personas. Como parte de la remediación, se continúa con el "Air Stripper", remediando las aguas subterráneas, y se encuentra en una fase de operación y mantenimiento. Como resultado de la investigación realizada, se incluyó en la LNP.

9) Base Naval de Sabana Seca:

Localizada en el municipio de Toa Baja. Es una base militar activa de comunicaciones con siete (7) áreas potencialmente contaminadas con metales pesados, arsénico, pintura y pesticidas. Esta contaminación ha afectado el suelo, humedales costeros sensitivos, el Río Cocal y la Boa de Puerto Rico (especie en peligro de extinción). La contaminación del lugar se identificó como proveniente del vertedero municipal con el cual colinda en varios puntos de la facilidad. Luego de una investigación extensa, se procedió a removerla de la LNP.

10) RCA del Caribe:

Localizada en la Carretera Estatal PR 2, Km. 59.5, Barrio Florida Afuera, Barceloneta. Es una industria inactiva de electrochapeado con sedimentos y lagunas con y sin protección secundaria que colapsaron formando sumideros. Las aguas usadas contaminadas con cloruro férrico y cromo se descargaron en los sumideros y en el acuífero, contaminando el área con cloruro férrico y metales pesados (incluyendo cromo, berilio, hierro y selenio). Se afectó el suelo y agua subterránea, aproximadamente 12,000 personas viviendo en áreas adyacentes, un pozo público de agua localizado $\frac{3}{4}$ de milla de la facilidad. Actividades de remediación fueron realizadas encaminadas a la limpieza de los suelos y del agua subterránea, logrando su recuperación por encima de los niveles permitidos por ley. Como resultado de la investigación realizada, se excluyó de la LNP.

11) Caño Frontera:

Localizado en la Carretera Estatal PR 3, Barrio Río Abajo, Humacao. Es un área industrial donde, como parte de una operación incorrecta, descargaron desperdicios industriales directamente en el caño, contaminando el mismo con mercurio y pesticidas (lindano). Las áreas afectadas incluyen agua superficial (lagunas de agua fresca y un área del Mar Caribe, hacia donde el caño fluye), residentes cercanos y el Pelicano Marrón (especie en peligro de extinción). Luego de una investigación extensa, se procedió a remover el área de la LNP.

12) Finca V & M / Albaladejo:

Localizada en la Carretera Estatal PR 160, Km. 4.2, Barrio Almirante Norte, Vega Baja. Es un área donde desechos como cables, baterías y equipo eléctrico fueron quemados para recobrar el metal contenido en los mismos. Esta práctica contaminó el área con cobre, plata, antimonio, hierro, plomo y ácido sulfúrico, afectando suelo y potencialmente agua subterránea. Luego de una investigación extensa, se procedió a removerla de la LNP.

13) GE Wiring Devices:

Localizada en la esquina con Carrión Maduro, Carretera Estatal PR 140, Juana Díaz. Es una industria manufacturera que tenía un área de desecho antiguamente utilizada para depositar mercurio y partes defectuosas. El agua subterránea, el suelo y desechos en el área se contaminaron con mercurio y se afectaron aproximadamente 10,000 personas que viven en un radio de tres (3) millas del área y

un pozo de agua potable localizado cerca. Se realizó una investigación y remediación del lugar y se removió de la LNP.

14) Puerto de Jobos / Muelle Pozuelo:

Localizado en la Carretera Estatal PR 7710, Barrio Las Mareas, Guayama. Es un muelle público utilizado como puerto para cargar y descargar desechos de metal (chatarra), ceniza de soda y otros materiales. Esto contaminó el suelo con mercurio. Se encuentra bajo investigación.

15) Davis & Geck, Inc.:

Localizada en la Carretera Estatal PR 2, Km. 47.4, Barrio Altigracia, Manatí. Es una industria farmacéutica que tuvo un derrame de xileno, contaminando el suelo, agua subterránea y varios pozos públicos y privados localizados a un radio de una (1) milla. No está en la LNP.

16) Muratti Environment:

Localizada en la Carretera Estatal PR 385, Km. 3.5, Barrio Tallaboa, Peñuelas. Es una facilidad de almacenamiento de desperdicios generados por actividades de limpieza. Hubo una contaminación por compuestos orgánicos y metales pesados, contaminando el suelo del área. No está en la LNP.

17) Janssen Orho LCC a.k.a. / Johnson & Johnson Pharmaceutical Partners and Janssen (Antiguo OMB):

Localizada en el Parque Industrial, Carretera Estatal PR 933, Km. 1, Barrio Mamey, Gurabo. Es una industria farmacéutica que tuvo un derrame que contaminó el suelo inmediatamente debajo del edificio de química (Edif. 12) y el agua subterránea, con un riesgo potencial de contaminación de pozos de abasto de agua potable. Los contaminantes identificados fueron tetrahidrofurano (THF), 1,4 diclorobenceno y cloroformo. No está en la LNP.

18) Luna Paints:

Localizada en la Calle D, Parque Industrial Minillas, Bayamón. Es una industria manufacturera de pintura. Los contaminantes identificados fueron bario, cobalto, plomo, magnesio, mercurio y zinc, contaminando suelo y agua superficial. No está en la LNP.

19) Guardia Nacional Aérea Muñiz:

Localizada en Carolina. No ha sido asignada, ya que está siendo dirigida por el Departamento de la Defensa dentro de su Programa de Restauración de Facilidades (PRF). Es una instalación militar activa que tuvo un escape de combustible de avión JP-4 y JP-5 (i.e. HPT), solvente PD-680, aceites lubricantes, compuestos volátiles orgánicos, plomo, cromo, semivolátiles, di-n-buthylphthalato y tolueno. La contaminación afectó el suelo y áreas críticas de vida silvestre (Laguna Torrecillas / Piñones y numerosas ensenadas). No está en la LNP.

20) Tropical Fruits:

Localizada en la Central San Francisco, Barrio Boca, Guayanilla. Es una finca de frutas y vegetales donde los residentes cercanos sometieron querellas por el flujo de fertilizantes y la aplicación de pesticidas. Hubo contaminación de aire por pesticidas y fertilizantes (benlate, kocide, supracide, nufilm, azufre, potasio, nitrato y ácido fosfórico, entre otros). No está en la LNP.

RECURSO AGUA

La geología, el clima y la topografía de Puerto Rico han resultado en un gran número de cuencas hidrográficas que forman un sistema complejo de ríos y acuíferos a través de la Isla. En Puerto Rico, las cuencas hidrográficas se pueden definir como primarias, secundarias o terciarias, dependiendo de su área de captación y caudal de agua. En esta clasificación no se incluyen quebradas ni riachuelos que, aunque importante en sus contribuciones a la hidrología de la Isla y su valor ecológico, sus efectos pueden evaluarse al integrar su flujo en las cuencas de mayor tamaño.

Utilizando este criterio general, en Puerto Rico se definen las cuencas primarias, secundarias y terciarias de acuerdo con su extensión territorial. Se utiliza esta clasificación arbitraria como una de varias medidas para evaluar el impacto de las acciones propuestas en los ríos y acuíferos de la Isla. El orden de las cuencas se determina utilizando el siguiente criterio:

- **Orden I:** 120 a 200 millas cuadradas.
- **Orden II:** 50 a 119 millas cuadradas.
- **Orden III:** 0.10 a 49 millas cuadradas.

El problema de contaminación de los cuerpos de agua en Puerto Rico es uno complicado y difícil de atender por su diversidad de causas y la falta de recursos humanos y económicos suficientes para atender esta problemática de forma

más intensiva. La calidad óptima de los cuerpos de agua permite que los mismos sean aptos para uso doméstico, recreativo, agrícola e industrial y para la propagación y preservación de especies deseables.

En los últimos años, comunidades, grupos ambientales y agencias gubernamentales han expresado su preocupación sobre la situación del recurso agua, considerando la misma como una de niveles críticos tanto desde el aspecto de calidad como de disponibilidad. Son varios los factores que han contribuido al deterioro de los cuerpos de agua, tales como el acelerado desarrollo industrial, la planificación no adecuada, y la falta de conciencia de los ciudadanos. Esta situación ha llevado al gobierno a establecer política pública y desarrollar legislación, reglamentación y proyectos de infraestructura dirigidos a la implantación de cuencas para la protección y uso adecuado del recurso agua. Además de esto, las descargas de los sistemas de tratamiento de agua usadas, prácticas inadecuadas en la actividad agropecuaria, las condiciones erosión-sedimentación y comunidades sin sistema de alcantarillado sanitario son algunos de los factores que contribuyen al deterioro en la calidad de nuestros cuerpos de agua.

El Reglamento de Estándares de Calidad de Agua es uno de los reglamentos que se establecen para implantar actividades conducentes a vigilar, mejorar, mantener y prevenir la contaminación de los cuerpos de agua de Puerto Rico. Además, provee para que se desarrollen estrategias para lograr los objetivos establecidos en estatutos federales como la *Ley de Agua Limpia* y la *Ley de Agua Potable Segura*. En dicho reglamento se designan los usos que deben prevalecer en los distintos cuerpos de agua y las normas numéricas y narrativas aplicables a sustancias o condiciones específicas a fin de que se puedan proteger los usos designados. Estos usos son: la propagación y preservación de especies deseables (vida acuática), recreación de contacto directo (natación), recreación de contacto indirecto (paseo en botes y pesca deportiva, entre otros) y como abasto crudo de agua potable. Este último uso no aplica a cuerpos de agua designados como aguas costeras, estuarios o lagunas. La evaluación para determinar la calidad del agua se basa en los resultados analíticos obtenidos a través de las distintas redes de muestreos que durante todo el año el Área de Calidad de Agua de la JCA implanta en los distintos cuerpos de agua de Puerto Rico.

Además, el Reglamento de Estándares de Calidad de Agua clasifica las aguas de Puerto Rico conforme con los usos designados a ser protegidos:

- Aguas Costaneras y Estuarinas
 - Clase SA
 - Clase SB
 - Clase SC

- Aguas Superficiales
 - Clase SD
 - Clase SE
- Aguas Subterráneas
 - Clase SG1
 - Clase SG 2

Para el desarrollo del documento de evaluación de calidad de agua (Informe 305 [b])¹⁰, se siguen las guías federales, las cuales fueron enmendadas para el informe correspondiente al 2002, para clasificar las aguas en cinco (5) categorías:

- **Categoría 1**: Cuerpos de agua que apoyan todos los usos.
- **Categoría 2**: Cuerpos de agua que apoyan algunos usos y no hay datos suficientes para evaluar los otros usos.
- **Categoría 3**: Cuerpos de agua donde no hay datos de calidad de agua para ser evaluados.
- **Categoría 4**: Cuerpos de agua que no apoyan los usos, pero se pueden llevar a cumplimiento controlando la fuente de contaminación.
- **Categoría 5**: Cuerpos de agua que no apoyan los usos y hay que implantar el mecanismo de Asignación de Carga Diaria Total Máxima (TMDL, por sus siglas en inglés) permitida (los cuerpos de agua o segmentos incluidos en la Lista 303 [d]).¹¹

1. **Ríos y Quebradas**:

Los recursos hidrológicos superficiales en Puerto Rico incluyen los ríos y quebradas, embalses y lagunas costaneras. En la Isla no existen lagos naturales y todos los denominados como tal se crearon embalsando ríos. En la zona de carso, una parte indefinida de la escorrentía se infiltra al subsuelo y los acuíferos de la zona de rocas calizas a través del gran número de sumideros y cavidades porosas en la región. Aproximadamente el 67% del drenaje superficial de la Isla fluye desde la Cordillera Central hacia las planicies de la costa norte. La región sur de la Isla, desde Patillas hasta San Germán, representa aproximadamente el 10% del drenaje

¹⁰ La Ley Federal de Agua Limpia requiere, bajo la Sección 305(b), que cada estado o territorio informe cada dos (2) años sobre la calidad de agua existente en sus cuerpos de agua. Este informe se conoce generalmente como el Informe 305(b).

¹¹ Lista 303(d) es un documento que desarrolla el Área de Calidad de Agua de la JCA donde indican los cuerpos de agua que no cumplen con los estándares de calidad de agua.

superficial. La región oeste representa el 19% del drenaje, mientras que la región este es la menor, con aproximadamente el 4% del drenaje superficial. En promedio, el drenaje superficial para Puerto Rico representa aproximadamente un 36% de la lluvia.

Los ríos más importantes de la Isla drenan las regiones norte y oeste, donde se encuentran las cuencas principales. El manejo efectivo de los recursos de agua depende, en gran medida, de la disponibilidad de datos sobre los diferentes componentes de la hidrología en la Isla. Afortunadamente para Puerto Rico, el Servicio Geológico de Estados Unidos (USGS, por sus siglas en inglés) mantiene una red amplia de colección de datos hidrológicos que opera continuamente desde 1957. Los datos disponibles del USGS incluyen las descargas en los ríos principales de la Isla en puntos cercanos a sus desembocaduras al Océano Atlántico y el Mar Caribe. Estos flujos se resumen en el para las estaciones que opera el USGS.

Los datos del USGS establecen que la descarga anual promedio total de los ríos principales de la Isla hacia el mar es de aproximadamente 1,400 billones de galones por año. Este volumen de agua es significativo, si lo comparamos con la cantidad que se extrae en la Isla para todos los usos, la cual es de aproximadamente 178 billones de galones por año, lo que es menor del 15% del flujo total. La implicación de estos datos es que los recursos de agua totales en la Isla son abundantes en comparación con el uso total. Sin embargo, los flujos mínimos son el parámetro más importante en términos de posibles impactos ambientales resultantes en el uso del agua.

El USGS también determina la frecuencia de flujos para los ríos principales en la Isla, incluyendo los flujos mínimos. También determina, mediante correlaciones matemáticas, los flujos mínimos en cuencas pequeñas y lugares en los ríos donde no existen estaciones de medir la descarga. Estos datos se publican periódicamente en informes especiales, permitiendo estimar el flujo mínimo en cualquier lugar en la Isla.

En cuanto a la calidad del agua de los ríos y quebradas, es importante tener en cuenta que las redes de muestreo que la JCA actualmente tiene disponible no cubren todos los cuerpos de agua del País. En aquellos cuerpos de agua donde no hay estaciones de muestreos periódicos o donde no se han realizado estudios especiales, la evaluación se basa en información suplementaria provista por las distintas querellas de los ciudadanos, inspecciones oculares realizadas por el personal técnico, inventarios de fuentes potenciales de contaminación existentes que se levantan en la JCA, informes de mortandades de peces, informes de derrames que pueden incluir sustancias peligrosas y no peligrosas, el historial de cumplimiento con los distintos permisos otorgados por la JCA y la Agencia Federal de Protección Ambiental y el mejor juicio profesional del personal técnico.

En Puerto Rico existen 102 cuencas hidrográficas, equivalentes a 5,394.2 millas lineales de ríos y quebradas. Según el Reglamento de Estándares de Calidad de Agua, los ríos y quebradas pertenecen a la Clase SD. (Ver el Anejo 3, Tabla 22: Ríos y Quebradas Evaluados por la JCA, y la Tabla 23: Ríos y Quebradas con Estaciones de Muestreo.) Esta red de monitoría es implantada por el USGS, mediante un acuerdo cooperativo con el Estado Libre Asociado de Puerto Rico. Este incluye 56 estaciones de muestreo de calidad de agua en los ríos y quebradas antes mencionadas. Además, existen 19 estaciones adicionales ubicadas en los ríos Loíza, La Plata y Arecibo, que forman parte de un proyecto especial de la JCA, en el cual se mide el impacto de las fuentes dispersas de contaminación (proyectos en construcción, empresas pecuarias y agricultura). (Ver el Anejo 2, Mapa 13: Red de Monitoría de Ríos y Lagos.)

En la evaluación correspondiente al 2002 se indica que 545.1 millas, que representan el 10.1%, del total de millas de ríos y quebradas, cumplieron con los usos designados conforme con el Reglamento de Estándares de Calidad de Agua. Un total de 3,743.8 millas (69.4%) de ríos no tienen información suficiente ni data analítica para determinar si alguno de los usos designados fueron impactados adversamente. Estas aguas han sido incluidas en la Estrategia de Monitoreo, basado en rotación de cuencas, que la JCA está actualmente implantando. Además, 1,105.3 millas (20.5%) de ríos tuvieron uno o más de los usos designados impactados adversamente. Para estos cuerpos de agua se desarrollará la Carga Diaria Total Máxima (TMDL, por sus siglas en inglés) correspondiente, con el objetivo de establecer la carga diaria máxima que puede ser asignada a una fuente precisa para prevenir violaciones a los estándares de calidad de agua aplicables al cuerpo de agua receptor. (Ver el Anejo 3, Tabla 24 y su gráfica: Resumen de Evaluación de Calidad de Agua en Ríos y Quebradas.)

2. Embalses o Lagos:

Un lago se define como una gran masa de agua depositada en una depresión u hondonada del terreno. El término “lago” es usado genéricamente para incluir lagos naturales y los que han sido construidos por el hombre. Los construidos por el hombre también son llamados embalses. Las cuencas de los ríos principales han sido represadas en varios puntos, por lo que existen 19 embalses (lagos) para un total de 7,378 acres superficiales de lagos.

Algunos de los embalses de la Isla sufren de sedimentación acelerada debido a la combinación de condiciones naturales e inducidas en las cuencas que drenan. Los factores principales que afectan la sedimentación de los embalses incluyen:

- Altas tasas de erosión natural: La presa que forma un embalse es una obstrucción al paso de un río en su trayecto desde las montañas hasta

el mar. En la zona montañosa de la Isla las pendientes de los suelos son extremas, excediendo el 30% en la mayor parte de las cuencas hidrográficas. Estas pendientes, en combinación con las características de alta susceptibilidad a la erosión de los suelos, y las altas tasas de lluvia en la zona montañosa, promueven la remoción de los suelos y su transporte en forma de sedimentos a los ríos y eventualmente a los embalses.

- Aumento en el transporte de sedimentos en las cuencas inducido por la erosión al remover la cubierta vegetal, incluyendo árboles y hierbas: A menudo se concluye que las altas tasas de sedimentación en la Isla se deben únicamente a la deforestación de las cuencas y exposición de los suelos a los efectos de la lluvia y esorrentía. Aunque este es un factor fundamental en la erosión de las cuencas, es también cierto que las tasas naturales de erosión en las zonas tropicales es sumamente alta. Estudios del USGS luego del Huracán Hugo establecen que la cantidad de derrumbes ocasionados por las lluvias intensas en zonas de alta densidad de bosques de pendientes altas en las laderas del Yunque y el Bosque de Carite, igualan o exceden los que ocurren en zonas desprovistas de vegetación. Esto no quiere decir que la remoción de la foresta y la corteza terrestre no aumente la tasa de erosión y transporte de sedimentos, pues en cuencas como la del Río Grande de Loíza esto es visible y se ha determinado. Lo que implica es que aún cuando se tomen las medidas más estrictas de reforestación y conservación de suelos, las tasas de erosión naturales contribuyen a sedimentar los embalses a tasas relativamente altas.

Lo importante de este análisis es establecer que los embalses en la Isla sufren de altas tasas de sedimentación.

Estos 19 embalses se evalúan con datos analíticos, ya que muchos de ellos son utilizados como abastos de agua potable o frecuentemente son usados para propósitos recreativos y para mantener la preservación y propagación de especies deseables. Además, se utilizan para riego, generación hidroeléctrica, control de inundaciones, pesca y navegación. (Ver el Anejo 3, Tabla 25: Lagos o Embalses Evaluados por la JCA.)

Conforme con la evaluación correspondiente al 2002, 7,324 acres superficiales de lagos no cumplieron con el uso de vida acuática. La causa para el incumplimiento fueron los niveles bajos de oxígeno disuelto. La razón principal para que los lagos no alcanzaran la calidad óptima y se incumpliera con el estándar de calidad de agua para oxígeno disuelto fue la condición eutrófica en los mismos, causada por la sedimentación y las altas concentraciones de nutrientes. Es importante señalar que aunque el uso primario de los lagos en Puerto Rico es como fuente de agua potable, el Reglamento de Estándares de Calidad de Agua requiere el cumplimiento con las normas aplicables a todos los usos designados aplicables a cada

clasificación de cuerpos de agua. (Ver el Anejo 3, Tabla 26 y su gráfica: Resumen de Evaluación de Calidad de Agua en Lagos, y la Tabla 27: Estado Trófico de Lagos en Puerto Rico.)

3. **Lagunas:**

En Puerto Rico existen 20 lagunas costaneras alrededor de la Isla, ocupando 4,768 acres. Las lagunas costaneras son cuerpos de aguas llanas asociadas con el mar. Estos cuerpos de agua generalmente están separados del mar por franjas de costas o islas de origen marino. Usualmente las lagunas se encuentran orientadas de forma paralela a la costa y, en algunos casos, asociadas a estuarios y bahías. Las lagunas costaneras pueden clasificarse en tres (3) tipos: marinas, hipersalinas o salobres. Las lagunas marinas tienen libre intercambio con el mar y el aporte de agua dulce es limitado. Las lagunas hipersalinas tienen pobre comunicación con el mar, poseen canales de poca circulación y las salinidades promedio son mayores de 40 por ciento. Las lagunas salobres son cuerpos semicerrados en donde el agua del mar se diluye en forma medible con aportes terrestres de agua dulce. Bajo condiciones de buen drenaje, el flujo de agua dulce puede desplazar el agua salada hacia la boca de la laguna y, en algunas ocasiones, hacia el mar abierto, si no hay impedimento en la salida.

La importancia de las lagunas es que en muchos casos son “ventanas” de los acuíferos a los sistemas superficiales. En los valles costaneros, en las zonas donde los acuíferos afloran a la superficie, generalmente se forman lagunas causadas por la interacción del mar y la tierra. La poca elevación del terreno promueve el que se acumule agua fresca proveniente de escorrentías locales o descargas de los acuíferos al aflorar en forma de manantiales. Este es el caso de la Laguna Tortuguero y el Caño Tiburones, que anteriormente también funcionaba como una laguna de agua fresca.

Los otros tipos de lagunas principales en la Isla son aquellas que esencialmente son extensiones del mar, manteniendo salinidades relativamente altas, pero menores que el mar debido a descargas de agua fresca de fuentes superficiales o subterráneas. Las lagunas de Fajardo, Joyuda (Hormigueros) y Prieta (Ponce) son representativas de estos sistemas.

En la evaluación de calidad de agua del 2002, realizada por la JCA, se evaluaron 1,683 acres superficiales con data analítica generada de muestreos y 3,085 acres sin data analítica. Los 1,683 acres corresponden a las lagunas Tortuguero y San José. (Ver el Anejo 3, Tabla 28: Lagunas que se Evalúan en Puerto Rico, y Tabla 29: Resumen de Evaluación de Calidad de Agua en las Lagunas.)

4. **Aguas Costaneras:**

Conforme con el Reglamento de Estándares de Calidad de Agua, las aguas costaneras pueden ser clasificadas como Clase SA, Clase SB y Clase SC. Actualmente la JCA mantiene una red de monitoría a través de toda la Isla, la cual cuenta con 98 estaciones, incluyendo 43 en zonas especiales de bañistas. (Ver el Anejo 2, Mapa 14: Red de Muestreo de Aguas Costaneras y el Anejo 3, Tabla 30 y su gráfica: Resumen de Evaluación de Calidad de Agua en Aguas Costaneras.)

5. **Aguas Estuarinas:**

Aguas estuarinas se define como: “Aquella zona de interfase en la desembocadura o curso inferior de un río, quebrada, canal o laguna, en la cual el agua dulce o salobre se encuentra en contacto con agua de mar y donde es perceptible el flujo y reflujos de la marea.” Los estuarios son sistemas de alta diversidad ecológica, actuando como residencia temporera de un gran número de especies acuáticas, 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 en la Isla estuarios de “agua fresca”, como el del Río Culebrinas que, debido a los flujos significativos esencialmente constantes, la cuña de agua salada penetra un mínimo en el canal del río. También, aquellas lagunas costaneras que están conectadas al mar son consideradas estuarios.

En comparación, en sistemas donde el flujo del río se reduce significativamente durante la época de sequía, la cuña de agua salada emigra, a veces, millas aguas arriba por el canal del río. Este es el caso del Río Grande de Loíza, el Río Espíritu Santo, el Río Grande de Manatí y el Río Grande de Arecibo. En estos estuarios se acumula arena y agua fresca en la salida del río al mar durante el período de sequía, formando una especie de laguna de agua fresca hasta que el próximo pulso de agua intenso remueve la barrera en la boca del río. Estos cambios son importantes para varias especies acuáticas que dependen de una concentración mayor de agua fresca durante parte del año. La remoción de arena de la salida al mar de estos estuarios afecta los ciclos de vida de estas especies.

La JCA evalúa 3,843.12 acres de aguas estuarinas (desembocaduras de los ríos). De este total, solamente 23.29 acres son evaluados con estación de muestreo y el mismo corresponde al estuario del Río Guayanés. (Ver el Anejo 3, Tabla 31: Resumen de Evaluación de Calidad de Agua en los Estuarios.)

El Sistema Estuarino de la Bahía de San Juan (EBSJ) ha provisto valiosos recursos a los residentes de la región. Sin embargo, las necesidades del

crecimiento poblacional han tenido como resultado la explotación de los recursos naturales del sistema y la degradación y destrucción de muchos de los componentes del sistema estuarino. Los principales impactos a este estuario han sido el desarrollo del terreno, descargas sanitarias e industriales y la expansión urbana descontrolada en las cuencas de los cuerpos de agua que componen el estuario. La contaminación generada por estos impactos ha contribuido significativamente a la degradación y, en algunos casos, la destrucción de los recursos naturales del estuario. Con el propósito de monitorear la calidad del agua del estuario, la JCA, mediante contrato con el Servicio Geológico de los Estados Unidos, mantiene estaciones de muestreo. (Ver el Anejo 3, Tabla 32: Resultados de Monitoria Estuario Bahía de San Juan, y el Anejo 2, Mapa 15: Estaciones en el Estuario de la Bahía de San Juan.)

6. Acuíferos:

Puerto Rico, a pesar de ser una isla relativamente pequeña, cuenta con acuíferos relativamente amplios y con capacidad de producir cantidades significativas de agua de alta calidad a bajo costo. Las condiciones geológicas que propiciaron la formación de la Isla promovieron el desarrollo de acuíferos sustanciales en las costas norte y sur, así como formaciones en la zona central que son también fuentes significativas de agua. El informe reciente de Renken y otros (USGS, 2002) provee detalles del ambiente en que se formaron los acuíferos de la Isla y sus características hidrogeológicas.

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. En comparación a los embalses, los acuíferos de la Isla tienen una capacidad de almacenaje de agua de 70 veces el de los embalses.

Es importante señalar algunos datos relevantes sobre los acuíferos. Los acuíferos de mayor capacidad en la Isla son los del norte. En esta región, que se extiende desde Carolina 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:

- El acuífero superior de la costa norte (anteriormente denominado como el acuífero llano o freático) se compone de capas de aluvión y rocas calizas. El aluvión (mezcla de arena, grava y piedras de origen volcánico transportado por los ríos a los valles hace millones de años) descansa sobre las rocas calizas, principalmente de la formación denominada Aymamón, proveyendo una capa continua de material de alta porosidad que en algunas zonas tiene un espesor de hasta 500 pies. En estos poros se acumula agua proveniente de la lluvia que se infiltra a través del suelo y en los sumideros en la base de las montañas

al sur de la Carretera PR-2. La relativa alta porosidad del material (que varía en promedio entre 10-20%) permite la acumulación de grandes cantidades de agua, la cual se extrae mediante pozos profundos. Aproximadamente 250 pozos profundos que se alimentan del acuífero llano producen al presente aproximadamente más de 50 millones de galones diarios de agua para usos domésticos, agrícolas e industriales. Estos pozos suplen aproximadamente el 20% de la demanda de agua de la región norte.

- Durante los últimos 70 a 100 millones de años se depositaron grandes cantidades de sedimentos con un contenido alto de arcilla impermeable a lo largo de la costa norte de Puerto Rico. En partes de la región norte, los depósitos arcillosos tienen espesores de hasta 100 pies y descansan sobre estratos más antiguos de rocas calizas formados en un ambiente marino, principalmente de la formación denominada Lares. En el presente, esta formación constituye un acuífero importante de Puerto Rico. Las rocas de la Formación Lares son generalmente de alta porosidad y almacenan grandes cantidades de agua. La capa de arcilla impide que el agua que penetra a las rocas calizas en la zona de recarga en la vecindad de Florida pueda aflorar libremente hasta los puntos de descarga en la costa, donde descarga a través de los depósitos calizos erodados por los ríos que drenan las formaciones volcánicas al sur de los depósitos cársticos. Este fenómeno natural, donde la arcilla localizada principalmente en la formación denominada Cibao, que impide que el agua fluya hacia la superficie, resulta en una acumulación de presión debido a la formación de una columna de agua en las formaciones inferiores. Esto ha resultado en lo que se denomina como el acuífero profundo del norte, antes denominado como el acuífero artesiano. En las zonas de Barceloneta y Manatí, donde ubican las partes más importantes de este acuífero profundo, las presiones del agua alcanzaban hasta 150 libras por pulgada cuadrada previo al inicio de su explotación en la década de 1960. Esto implicaba que un pozo profundo, al perforarse en un sector de Manatí o Barceloneta, fluía libremente sin bombeo a una elevación aproximada de 328 pies sobre el nivel de tierra en las inmediaciones del Cruce Dávila. Ahora, debido a escapes en los pozos existentes y sobreexplotación de las zonas de recarga del acuífero profundo en la vecindad de Florida, las presiones artesianas se han reducido significativamente. En general, los pozos que se alimentan de este importante acuífero necesitan bombearse al presente. Los 36 pozos que existen entre Barceloneta, Florida y Manatí producen aproximadamente 10.6 mgd para usos industriales y domésticos en la zona. Aún así, el acuífero artesiano o profundo es un importante recurso de agua que necesita atención y conservación.

Los acuíferos aluviales de la región sur de la Isla 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 depositado sobre rocas volcánicas y calizas, extendiéndose desde Patillas hasta Guánica, aunque no en forma continua. En adición al 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 substancial, 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 18 mgd.

En la región central, la mayor parte de las rocas son de origen volcánico y 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.

En varios sectores de la Isla los acuíferos sufren de contaminación, explotación excesiva y manejo inadecuado. Las fuentes principales de contaminación provienen de productos químicos debido a derrames de materiales o descargas industriales o sanitarias. Zonas de importancia en los acuíferos del norte y del sur sufren de intrusión salina debido a la sobreexplotación o manejo inadecuado de los pozos que extraen agua. En las áreas de Manatí, Salinas y Santa Isabel las concentraciones de nitratos en los acuíferos han aumentado a niveles que impiden su uso para agua potable.

7. **Manantiales:**

Los manantiales son descargas de agua subterránea que afloran a la superficie de acuíferos regionales o locales. En 1988 el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales indicó la presencia de aproximadamente 250 manantiales de magnitud variada y desconocida. El USGS llevó a cabo un estudio donde destaca aquellos de mayor importancia y con más caudal.

Los manantiales de la Isla no son una fuente mayor de abasto de agua para usos domésticos, agrícolas o industriales. El potencial de su utilización máxima no ha sido determinado con precisión principalmente debido a su capacidad limitada. Los efectos de extracciones adicionales de los acuíferos en el flujo de manantiales que los anteriores alimentan necesita considerarse en el manejo de ambos recursos.

8. **Zonas Inundables:**

La mayor parte de los valles costeros en Puerto Rico sufren inundaciones severas periódicamente. La intensidad y magnitud de las lluvias en las

cuencas a través de la Isla resultan en escorrentías extremas, ocasionando inundaciones de gran magnitud en las zonas costeras. Aún en los valles interiores a través de la Isla ocurren inundaciones de gran magnitud que afectan zonas urbanas y rurales. La Junta de Planificación estima que aproximadamente 155,000 familias en la Isla viven en zonas inundables, a pesar de los programas de canalización de los ríos llevados a cabo por el gobierno del ELA, en cooperación con agencias federales. El National Food Insurance Program estima en 162,390 las estructuras dentro de zonas inundables. El USGS, la Agencia Federal de Manejo de Emergencias (FEMA) y la Junta de Planificación llevan a cabo investigaciones periódicas de los valles inundables en la Isla. 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 inundaciones de FEMA y la Junta de Planificación proveen elevaciones de los niveles de inundaciones con frecuencias de hasta 100 años (probabilidad de 1% de ocurrir en un año).

El Reglamento de Planificación para Zonas Susceptibles a Inundaciones establece que las áreas susceptibles a inundaciones se clasifican por zonas, según se establece más adelante. El mismo toma en consideración su designación en los Mapas de Tasas de Seguro contra Inundaciones, Mapas de Límites de Inundación y del Cauce Mayor (Flood Boundary and Floodway Maps -FBFM) o cualquier otra información sobre inundación base y marejadas, incluyendo consideraciones sobre los niveles, profundidad y velocidad de las aguas, altura de las olas, la condición y características topográficas del terreno, su cubierta vegetal y el riesgo a que están expuestas la vida y residencias de las personas establecidas o que se establezcan en los terrenos.

A los efectos de aplicación de este reglamento, se establecen los siguientes tipos de zona:

a. Zona 1:

Incluye los terrenos que ubiquen dentro de los límites del Cauce Mayor, Floodway. El cauce mayor es el lecho de un río, quebrada, arroyo o drenaje pluvial natural y aquellas porciones de terrenos adyacentes que se deben reservar para descargar la inundación base sin aumentar acumulativamente la elevación superficial de las aguas por más de 0.30 metros (un (1) pie) en áreas no desarrolladas o de 0.15 metros (medio pie) en áreas desarrolladas, según determinada por un estudio hidrológico-hidráulico. También se incluyen terrenos comprendidos por núcleos poblados o pueblos.

b. Zona 1M:

Incluye los terrenos que ubiquen en las áreas costaneras de alto peligro. Estos terrenos se designan como Zona V y V1-V30 en los Mapas de Tasas de Seguros contra Inundaciones (Flood Insurance Rate Maps - FIRM). Incluye los terrenos que ubiquen en las áreas costeras de alto peligro y terrenos comprendidos por núcleos poblados o pueblos.

c. Zona 2:

Incluye los terrenos susceptibles a la inundación base que ubiquen entre los límites del cauce mayor y del valle inundable, pero excluye terrenos correspondientes al cauce mayor o a las áreas costeras de alto peligro. Cuando no existan Mapas de los Límites de Inundación y del Cauce Mayor, esta zona será el área comprendida por el valle inundable. Se incluyen en la misma terrenos comprendidos por núcleos poblados o pueblos. Estos terrenos se designan como Zona A, A1-A-30 o A0 en los Mapas de Tasas de Seguro contra Inundaciones.

Las inundaciones son fenómenos naturales que ocurren como parte del clima de una isla, región o continente. La intensidad de las inundaciones causadas por una cantidad de lluvia constante varía de acuerdo con muchos factores, incluyendo la deforestación y la impermeabilización de las cuencas. La deforestación e impermeabilización de los terrenos en una cuenca permite que la lluvia convertida en escorrentía llegue más rápidamente a las quebradas y ríos de una cuenca. Los árboles y la hierba disminuyen el flujo de la escorrentía, dilatando su viaje hacia las quebradas de una cuenca. La intensidad de las inundaciones aumenta a medida que las cuencas pierden sus bosques y cubierta vegetal, al tomar menos tiempo la escorrentía en llegar a los valles. Al impermeabilizarse los terrenos debido a desarrollos urbanos, incluyendo carreteras, áreas residenciales, comerciales e industriales, la fracción de la escorrentía que anteriormente se infiltraba discurre aguas abajo, aumentando la magnitud de las inundaciones. La conservación de las cuencas es crucial para el control parcial de las inundaciones.

9. Aguas Subterráneas:

Agua subterránea se define como “agua bajo la superficie del terreno, presente bajo el nivel freático, incluyendo aguas de cuevas y cavernas cuando la presencia de agua resulta de la manifestación de las características de la zona saturada bajo el nivel freático”, según el Reglamento de Estándares de Calidad de Agua. Las aguas subterráneas son clasificadas como aguas: Clase SG – abastos de agua potable; uso agrícola, incluyendo irrigación y Clase SG2 – aguas con sólidos disueltos en exceso de 10,000 mg/L.

El agua subterránea se usa en Puerto Rico principalmente para el consumo humano en general, en los establecimientos comerciales, para irrigación en actividades agrícolas y para los procesos de manufactura en el sector industrial.

Para el 1997, en Puerto Rico se utilizaban aproximadamente 660 millones de galones diarios (MGD) de agua para suplir la demanda de los usos domésticos, comercial, industrial y agrícola. De éstos, 250 MGD (37.8%) fueron obtenidos de acuíferos. Los acuíferos de la costa norte proveen más de 66 MGD, los de la costa sur proveen 74 MGD y el acuífero aluvial provee 24 MGD. Las aguas subterráneas constituyen un recurso vital para la gente de Puerto Rico. Actualmente existe más preocupación por la protección de las aguas subterráneas, ya que una vez éstas son contaminadas es sumamente difícil restaurar el acuífero para llevarlo a un nivel de calidad aceptable.

Las aguas subterráneas en Puerto Rico son generalmente de mejor calidad que las aguas superficiales, en parte por la protección parcial que ofrecen los acuíferos donde residen. La Autoridad de Acueductos y Alcantarillados (AAA) opera aproximadamente 370 pozos profundos que extraen un promedio de 230,000 galones diarios de agua de los acuíferos a través de la Isla, principalmente para consumo humano. Las aguas subterráneas en el acuífero profundo de la costa norte son de calidad excelente y se utilizan principalmente para la industria farmacéutica en Manatí, Barceloneta y Arecibo.

Sin embargo, varios sectores del acuífero llano de la costa norte y del acuífero aluvial de la costa sur sufren de contaminación química debido a derrames, vertederos antiguos y descargas industriales. Se han identificado aproximadamente 19 lugares en la Isla donde existe contaminación severa de los acuíferos, impidiendo que se puedan utilizar las aguas de estas zonas para consumo humano. La limpieza de estos sectores de los acuíferos en la Isla tomará años y requerirá inversiones sustanciales.

Los acuíferos en las zonas costaneras de Puerto Rico están expuestos a intrusión salina debido a interacciones naturales y manejo inadecuado. Sectores del acuífero llano de la costa norte y del acuífero aluvial del sur sufren de intrusión salina debido a exceso de bombeo por parte de la AAA y actividades agrícolas e industriales. Por otro lado, las aguas salinas son un recurso no utilizado en la Isla, que tiene potencial para usos diversos. Incluye, entre otros, la desalinización y riego en campos de golf, así como para otras actividades recreativas similares, permitiendo de esta manera economizar el uso de aguas frescas.

La Junta de Calidad Ambiental está implantando las siguientes estrategias para la protección de las aguas subterráneas: Red de Monitoría de las Aguas Subterráneas, Programa para la Protección de Cabeceras de Pozos

de Agua Potable y el Programa de Evaluación de Abastos de Agua. Este último es implantado por el Departamento de Salud en cooperación con la JCA y el Servicio Geológico de los Estados Unidos. La Red de Monitoría de Aguas Subterráneas consiste de 100 pozos de agua potable operados por la Autoridad de Acueductos y Alcantarillados. Los pozos incluidos en esta red fueron seleccionados basados en los criterios establecidos por el Plan de Protección de las Aguas Subterráneas de la JCA, los cuales incluyen los siguientes:

- Dependencia del agua subterránea para abastecer los usos.
- Presencia de fuentes potenciales de contaminación.
- Areas críticas o ecológicamente sensitivas.
- Presencia de contaminantes.

El Anejo 2, Mapa 16: “Underground Waters Monitoring Network” ilustra la localización de los pozos incluidos en la red de monitoría de las aguas subterráneas. Ver el Anejo 3, Tabla 33: Resumen de Evaluación de Aguas Subterráneas.

En resumen, las fuentes de contaminación que afectan los cuerpos de agua son clasificadas como fuentes precisadas o fuentes dispersas. Para efectos de esta evaluación, las fuentes precisadas son las que poseen un permiso del Sistema Nacional de Eliminación de Descargas de Contaminantes (NPDES, por sus siglas en inglés). Este permiso impone limitaciones sobre los niveles de parámetros específicos que pueden estar en las descargas que realizan fuentes precisadas a los cuerpos de agua para controlar el nivel de contaminación de las aguas receptoras. Las fuentes precisas que impactan los cuerpos de agua son las descargas de las plantas de tratamiento de aguas sanitarias, las de agua potable y las descargas de industrias.

En cuanto a las fuentes dispersas, éstas se refieren a cualquier tipo de fuente que no sea una fuente precisada, según definido en el Reglamento de Estándares de Calidad de Agua. En Puerto Rico las fuentes dispersas que impactan los cuerpos de agua son actividades de construcción y minería (extracción de recursos), agricultura, disposición sobre el terreno (vertederos, aguas usadas de comunidades sin sistema de alcantarillado sanitario, entre otros), desbordes sanitarios, hidromodificaciones y modificación de hábitat. Los contaminantes principales son coliformes fecales, enterococos, nutrientes (nitrógeno y fósforo), plaguicidas, aceite, metales y sedimentos.

Las aguas superficiales en Puerto Rico, incluyendo ríos y embalses, son de calidad generalmente pobre debido a descargas sanitarias, agrícolas e

industriales. La JCA y la EPA estimaron, recientemente, que aproximadamente el 40% de los cuerpos de agua superficiales en la Isla no cumplen con los estándares de calidad de agua para el medioambiente (JCA, 2003). Los estudios realizados por el USGS y la JCA a través de la Isla demuestran que los contaminantes principales en las aguas superficiales de la Isla incluyen bacterias de origen fecal, nutrientes y compuestos orgánicos volátiles (USGS, 2002). Estos contaminantes provienen de plantas de tratamiento, actividades agrícolas, pozos sépticos y descargas domésticas.

RECURSO AIRE

La contaminación del aire se define como la presencia en la atmósfera de uno o más elementos que podrían ocasionar cambios adversos a los ecosistemas. La causa principal a la que se le atribuye dicha contaminación es el hombre, no obstante, existen también factores en la naturaleza que contribuyen al deterioro de la calidad del aire.

Para el 1974 el Programa de Mejoramiento de Calidad de Aire de la JCA inicia la Red de Muestreo de Calidad de Aire con siete (7) estaciones distribuidas estratégicamente en diferentes pueblos de la Isla. En el 1979 se desarrolla una estrategia para la implantación y cumplimiento de los estándares de calidad establecidos por la EPA, convirtiéndose Puerto Rico en uno de los primeros en establecer y adoptar esos estándares para proteger el ambiente. La red ha ido ampliándose a través del tiempo de acuerdo con los avances tecnológicos e industriales. Además se incorporan y adaptan nuevos estándares propuestos para proteger el ambiente y el bienestar público. El 26 de julio de 1995 se aprobó el Reglamento para el Control de la Contaminación Atmosférica, que incluye, además los requisitos para la operación de las fuentes mayores (bajo el programa de Título V de la Ley Federal de Aire Limpio), fuentes menores y sintéticas.

En la actualidad el Programa de Mejoramiento de Calidad de Aire cuenta con 41 estaciones de monitoreo y muestreo que forman parte de su Red. Algunas de éstas mantienen un monitoreo continuo, lo que permite una mejor planificación, vigilancia y distribución al momento del otorgamiento de permisos. Para determinar la calidad de aire en Puerto Rico se utiliza los niveles de los contaminantes principales en determinadas localizaciones registradas por las estaciones de muestreo de aire, emisiones de los contaminantes criterios al aire por diferentes fuentes, actividades relacionadas a inspecciones y permisos otorgados durante el 2002. Cuando se examinan los niveles, se consideran los mismos a través del tiempo y se resume su estado actual. Por años se ha identificado que la contaminación ambiental está asociada a numerosos efectos a la salud, como problemas respiratorios, hospitalizaciones por enfermedades del corazón y de los pulmones y las muertes prematuras de infantes, entre otros.

Sabemos que la contaminación atmosférica proviene de diferentes fuentes estacionarias, móviles y naturales. Para determinar la localización de las estaciones y el tipo de contaminante a muestrear, se considera el sector industrial y las emisiones generadas en el área. El Anejo 2, Mapa 17: "PM₁₀ Sampling Network", ilustra la distribución de las estaciones de muestreo de aire en Puerto Rico por contaminante.

El propósito de la red de muestreo es medir los niveles de los contaminantes principales, conocidos como los contaminantes criterios, y compararlos con las normas de calidad de aire establecidas por la EPA y adoptadas para Puerto Rico. Además, se establecen límites para proteger el bienestar general como, por ejemplo, los daños a la visibilidad, el daño a los animales y las plantas. Los estándares o normas se clasifican en primarios o secundarios. El estándar primario se estableció para proteger la salud pública que incluye a poblaciones sensitivas al asma, como lo son los niños y envejecientes. Los estándares secundarios se establecieron para proteger el bienestar público, que incluye la visibilidad, protección a las cosechas, el daño a los animales y a los edificios. Estas normas se han establecido para los cinco (5) contaminantes criterios: material particulado (PM₁₀), bióxido de azufre (SO₂), ozono (O₃), monóxido de carbono (CO), plomo (Pb) y bióxido de nitrógeno (NO₂). Cada uno de estos contaminantes tiene un estándar primario o secundario. De éstos, SO₂, NO₂ y CO son emitidos directamente por una variedad de fuentes. El PM, aunque proviene también de fuentes, puede ser formado de emisiones de óxido de nitrógeno (NO_x), óxido de azufre (SO_x), amonía, compuestos orgánicos y de la reacción de otros gases en la atmósfera. Por último, el O₃ no es emitido directamente, pero se forma cuando el NO_x y los compuestos orgánicos volátiles (VOC) reaccionan en presencia de la luz solar.

Para establecer y determinar la calidad del aire en Puerto Rico durante el 2002, se analizaron los resultados obtenidos por las estaciones de muestreo de aire establecidas en Puerto Rico. Se utilizó su misma distribución para determinar los resultados y establecer la calidad del aire por zonas en Puerto Rico y en forma general. Se dividió el análisis de resultados por tipo de contaminante y por zona en Puerto Rico, donde ubican las estaciones de muestreo. Se presenta el nivel actual para cada uno de los contaminantes en las cuatro (4) regiones que se divide la JCA y su oficina central: Área Metropolitana, Área de Ponce, Área de Guayama, Área de Arecibo y Área de Humacao.

1. **Calidad de Aire:**

a. **Materia Particulada (PM):**

Materia particulada es cualquier materia en forma sólida o líquida, subdividida en partículas pequeñas (PM₁₀), con un diámetro aerodinámico menor o igual a 10 micrómetros, como para ser susceptible a dispersión y suspensión, o a ser arrastrada por corrientes de aire u otros gases, excepto aguas en su estado natural. El

particulado en el aire contiene compuestos inorgánicos y orgánicos, y carbón elemental. Estas partículas, como polvo, hollín, humo y gotas de líquidos, son directamente emitidas al aire por fábricas, plantas de cogeneración, automóviles, actividades de construcción, incendios y polvo arrastrado por el viento. Partículas formadas en la atmósfera por condensación o la transformación de gases emitidos, como bióxidos de azufre (SO₂) y compuestos orgánicos volátiles (VOC), también se consideran materia particulada. La población más sensitiva a los efectos de materia particulada son personas con condiciones pulmonares y cardiovasculares crónicas, con influenza, asmáticas, de edad avanzada y niños.

El material particulado se clasifica como primario o secundario. Las partículas primarias son aquellas que se emiten directamente a la atmósfera, mientras las secundarias se forman en la atmósfera. Ambas partículas se originan en la atmósfera por diferentes fuentes, tienen diferentes efectos a la salud y diferentes comportamientos y propiedades. Algunas son líquidas, sólidas y otras son sólidas rodeadas de líquido.

Las partículas son de diferentes tamaños y de acuerdo con éste es su comportamiento en la atmósfera. Las partículas de mayor tamaño (mayor de 10 micrones) se depositan en la superficie después de pocas horas de emisión y casi siempre tienen su impacto local. Las partículas secundarias en tamaño (2.5 a 10 micrones, PM₁₀) toman varias horas y hasta días en formarse. Estas son conocidas como inhalables y provienen del polvo, de las carreteras y del tránsito vehicular. Se pueden depositar en el sistema respiratorio y agravar condiciones de salud. Por último, las partículas finas (menores de 2.5, PM_{2.5}) son generalmente emitidas por actividades industriales y residenciales. Estas se pueden depositar en los pulmones y afectan de una forma más aguda la salud y, en ocasiones, provocar muertes prematuras. Estas partículas se alojan o depositan en los alvéolos y causan los problemas respiratorios mencionados.

Durante el 2002 la JCA contaba con 33 estaciones para muestrear materia particulada en Puerto Rico. Es para este tipo de contaminante que la JCA cuenta con la mayor cantidad de estaciones debido al comportamiento previamente descrito. El Anejo 2, Mapa 18: "PM_{2.5} Sampling Network", muestra la red de muestreo para PM_{2.5}.

El área metropolitana tiene 13 estaciones para materia particulada. De éstas, cuatro (4) muestrean PM_{2.5} y las restantes muestrean PM₁₀. En el área metropolitana se consideran los municipios de Bayamón, San Juan, Carolina, Guaynabo y Toa Baja. Como se mencionó anteriormente, se muestrea de acuerdo con el desarrollo industrial del área, población afectada y reclamos de la comunidad. Por años se conoce que el área

metropolitana es de gran crecimiento industrial, congestión vehicular y plantas generatrices de electricidad, anteriormente señaladas como principales emisores de contaminantes atmosféricos.

De acuerdo con los resultados de estas estaciones ubicadas en el área metropolitana, los niveles para materia particulada están dentro de los niveles permitidos. Se observaron valores altos, pero éstos fueron ocasionados por fenómenos naturales no controlados por el hombre, como lo son la incursión del polvo de Sahara y las cenizas del volcán de Monserrate. (Ver el Anejo 3, Tabla 34: Listado de Fechas de Fenómenos Naturales Observados.)

1) PM₁₀:

De acuerdo con los resultados de las estaciones que muestrean este tipo de contaminante, el nivel de la calidad del aire está bajo lo permitido y cumple con la norma nacional. Al comparar los resultados por municipio, Bayamón presenta las concentraciones más bajas, mientras que San Juan y Guaynabo, las más altas. (Ver el Anejo 4, Gráfica 8: Concentraciones de PM_{2.5} en Promedios Máximos de 24 Horas - Area Metropolitana, por Municipio 2002; Gráfica 9: Concentraciones Máximas de 24 Horas PM₁₀ - Area de Arecibo 2002; Gráfica 10: Concentraciones Máximas 24 Horas PM₁₀ - Area de Arecibo, por Municipio 2002; y Gráfica 11: Concentraciones de PM_{2.5} en Promedios Máximos de 24 Horas - Area de Arecibo 2002.) Se puede notar que de junio a septiembre de 2002 se registraron valores más altos debido a que durante ese periodo se refleja en Puerto Rico la incursión del polvo de Sahara.

2) PM_{2.5}:

En el área metropolitana se muestrea en cuatro (4) estaciones: dos (2) en Cataño, una (1) en Bayamón y una (1) en Carolina. De éstas, tres (3) muestrean de forma intermitente y una (1) en forma continua. De acuerdo con los resultados, los niveles para este contaminante cumplen con la norma establecida. Aunque la norma no ha sido oficialmente aceptada, se utiliza como valor de referencia para establecer los niveles de calidad de aire. Al comparar los valores entre los municipios se determina que son similares y presentan un comportamiento similar.

a) Area de Arecibo:

En esta área se consideran los municipios de Manatí, Barceloneta y Lares. Es conocida por su distribución industrial y gran cantidad de farmacéuticas establecidas. Se presume que la mayoría de sus emisiones provienen de las fuentes

establecidas en el área. La JCA contaba en el 2002 con siete (7) estaciones de muestreo de aire, seis (6) para materia particulada. Para el contaminante de materia particulada, los niveles de calidad de aire están bien por debajo de lo permitido.

La distribución de estaciones para el contaminante de materia particulada es de cuatro (4) estaciones de PM_{10} y dos (2) de $PM_{2.5}$. Las estaciones de PM_{10} están ubicadas dos (2) en Manatí, una (1) en Barceloneta y una (1) en Lares. Los resultados de muestreo para las cuatro (4) estaciones están un 50% por debajo de los niveles permitidos. Si se compara los resultados entre los municipios, se puede notar que son bien similares, aunque los del municipio de Manatí son un poco más altos. (Ver el Anejo 4, Gráficas 9 y 10.)

En cuanto al $PM_{2.5}$, los niveles están aproximadamente un 60% por debajo de la norma propuesta. De los municipios del área donde se muestrea el contaminante, el municipio de Barceloneta reflejó los valores más altos aunque cumple con la norma. (Ver el Anejo 4, Gráfica 11.)

b) Area de Ponce:

Aunque contempla varios municipios en el 2002, en esta área la JCA centraba sus estaciones en los municipios de Ponce y Guayanilla. Se contempla ampliar la red de estaciones en otros municipios. En el 2002 la JCA contaba con tres (3) estaciones en el área y se muestreaba sólo para materia particulada: una (1) para PM_{10} y dos (2) para $PM_{2.5}$. Para ambos contaminantes los niveles están por debajo de lo permitido en un cincuenta por ciento (50%). Al comparar los resultados para las estaciones de $PM_{2.5}$, se nota que ambos municipios mantenían niveles similares y para finales de año se nota una pequeña reducción en los niveles. (Ver el Anejo 4, Gráfica 12: Concentraciones Máximas de 24 Horas PM_{10} - Area de Ponce 2002; Gráfica 13: Concentraciones de $PM_{2.5}$ en Promedios Máximos de 24 Horas - Area de Ponce - 2002; y Gráfica 14: Concentraciones de $PM_{2.5}$ en Promedios Máximos de 24 Horas - Area de Ponce, por Municipio - 2002.)

c) Area de Guayama:

La JCA mantiene también dos (2) estaciones de muestreo. Al igual que el área de Ponce, se propone ampliar la red para muestrear otros contaminantes. En el 2002 se contaba con dos (2) estaciones que muestrean materia particulada, una (1) $PM_{2.5}$ y otra de PM_{10} . De acuerdo con los resultados, los niveles están

por debajo de lo permitido para ambos contaminantes. El $PM_{2.5}$ está en un 70% por debajo de la norma y el PM_{10} , en un 50%. (Ver el Anejo 4, Gráfica 15: Concentraciones Máximas de 24 Horas PM_{10} - Area de Humacao, por Municipio – 2002, y Gráfica 16: Concentraciones de $PM_{2.5}$ en Promedios Máximos de 24 Horas - Area Humacao - 2002.)

d) Area de Humacao:

Esta área es otra donde la JCA mantiene más estaciones de muestreo. Se mantienen siete (7) estaciones: cinco (5) para PM_{10} y dos (2) de $PM_{2.5}$. También se contempla ampliar la red para diversificarla con el muestreo de otros tipos de contaminantes. Además, la JCA mantiene en ésta las estaciones de referencia para materia particulada. Las estaciones de referencia son las utilizadas para determinar el impacto, si alguno, que tienen en Puerto Rico los fenómenos naturales como la incursión del polvo de Sahara y las cenizas del Volcán Le Soufriere, Monserrate.

De los municipios que componen el área, está la isla-municipio de Vieques. En el 2002 la JCA estableció dos (2) estaciones de muestreo, ambas para PM_{10} , aunque una de ellas fue descontinuada en marzo de 2002.

En esta área los niveles para materia particulada estaban por debajo de los niveles permitidos. (Ver el Anejo 4, Gráfica 17: Concentraciones Máximas de 24 Horas PM_{10} - Area de Humacao – 2002, y Gráfica 18: Concentraciones de $PM_{2.5}$ en Promedios Máximos de 24 Horas - Area de Humacao, por Municipio - 2002.) Al comparar los niveles entre los municipios que componen el área, se observa que para PM_{10} el municipio de Fajardo registró valores más altos que los otros municipios.

3) Monóxido de Carbono (CO):

El monóxido de carbono es un gas incoloro, inoloro y tóxico. Es ligeramente flamable y se produce de la quema incompleta del carbón en el combustible. Cuando se inhala, el CO reduce la capacidad de transportar el oxígeno a los tejidos y órganos del cuerpo. Las emisiones principales de CO provienen de los vehículos de motor, incineradores, quema de madera para elaborar carbón y de fuentes industriales. La absorción infrarrojo es una característica de diversos gases y vapores que hace posible su detección y análisis en instrumentos de muestreo continuo.

Las tres estaciones que muestrean este contaminante están ubicadas en el área metropolitana debido al problema de congestión vehicular, principal emisor de este tipo de contaminante, conocido por todos en Puerto Rico. Están ubicadas en Río Piedras (UPR), Santurce (oficina de OCALARH) y San Juan (Ave. Baldorioty). (Ver el Anejo 2, Mapa 19: "SO Sampling Network" para localización de estaciones.)

De acuerdo con los resultados obtenidos por las estaciones, la calidad del aire donde se muestrea el parámetro es aceptable, a pesar de la gran congestión vehicular. En ninguna de las estaciones se ha excedido la norma de calidad de aire establecida por la EPA y adoptada para Puerto Rico durante el 2002, como tampoco desde que se muestrea el parámetro en Puerto Rico. (Ver el Anejo 4, Gráficas 19: Concentraciones de CO Promedios Máximos 1 Hora - Puerto Rico - 2002, y Gráfica 20: Concentraciones de CO Promedios Máximos 1 Hora - Puerto Rico - 2002.) Para este parámetro se establecieron dos (2) normas principales máximas de promedios de una (1) hora y máximas de promedios de ocho (8) horas.

4) Bióxidos de Azufre (SO₂):

Durante el 2002 la JCA tenía establecidas cinco (5) estaciones que muestreaban SO₂ en Puerto Rico. De éstas, cuatro (4) estaban localizadas en el área metropolitana y una (1) en el área de Arecibo. Este contaminante se produce principalmente de la combustión de carbón y de aceite en fuentes estacionarias, fábricas de metales, refinerías, fábricas de papel y cartón e industrias de fundición de metales no ferrosos.

A continuación una descripción de los niveles de este contaminante por área, de acuerdo con las estaciones de muestreo. (Ver el Anejo 2, Mapa 20: "SO₂ Sampling Network" para localización de red de estaciones.)

a) Area Metropolitana:

Existen cuatro (4) estaciones que muestrearon SO₂ en el 2002. De éstas, dos (2) están ubicadas en Bayamón y dos (2) en Cataño, y están orientadas principalmente a las industrias del área y de las plantas generatrices de electricidad. De acuerdo con los resultados, tanto en promedios de 3 y 24 horas, la calidad del aire para este parámetro es aceptable y por debajo de las normas establecidas para ambos promedios. Al comparar los resultados de ambos municipios hay que señalar que las estaciones de Cataño registran valores altos.

Si se observa la gráfica, se nota que durante julio 2002 la Estación 40, ubicada en Cataño, registró valores más altos debido a que durante ese mes en Puerto Rico se registraron las cenizas provenientes del Volcán Le Soufriere en la Isla de Monserrate. Este fenómeno natural afectó los resultados de todas las estaciones de Puerto Rico. (Ver el Anejo 4, Gráfica 21: Concentraciones de SO₂ Promedios de 24 Horas - Area Metro – 2002; Gráfica 22: Concentraciones de SO₂ - Promedios de 3 Horas - Area Metro 2002; Gráfica 23: Concentraciones de SO₂ - Promedios de 24 Horas - Area Metro, por Municipio - 2002; y Gráfica 24: Concentraciones de SO₂ - Promedios de 3 Horas - Area Metro, por Municipio - 2002.)

b) Area de Arecibo:

Los niveles se miden por la estación ubicada en Barceloneta. De acuerdo con los resultados, éstos están por debajo de los niveles permitidos. (Ver el Anejo 4, Gráfica 25: Concentraciones de SO₂ - Promedios de 24 Horas - Area Metro – 2002, y Gráfica 26: Concentraciones de SO₂ - Promedios de 3 Horas - Area Arecibo - 2002.)

5) Ozono (O₃):

El ozono es un oxidante fotoquímico y el principal componente del humo. Sobre la atmósfera, es beneficioso para la vida porque filtra a la tierra de la radiación ultravioleta del sol, muy perjudicial para la salud. El O₃ no se emite directamente al aire, sino que es formado de reacciones químicas complejas entre emisiones precursoras de compuestos orgánicos volátiles (VOC) y óxidos de nitrógeno (NO_x) en presencia de la luz solar. Estas reacciones son estimuladas por luz del sol y la temperatura en niveles altos de O₃ que ocurren durante los periodos más calientes del año. Los VOC y NO_x son emitidos por los medios de transportación y de fuentes industriales, tales como automóviles, manufactura química, lavanderías, talleres de hojalatería y pintura, y de otras fuentes que utilizan solventes.

En Puerto Rico hay solamente una estación que muestrea O₃ y está ubicada en Toa Baja. (Ver el Anejo 2, Mapa 21: “O₃ Sampling Network”, para localización de estación.) De acuerdo con los resultados del muestreo, los niveles de este contaminante están por debajo de la norma establecida en los promedios de una (1) hora. Lamentablemente la JCA confrontó varios problemas con esta estación que afectó la captura de datos durante mayo y junio de 2002. Posteriormente, la estación fue cerrada por solicitud de la comunidad donde ubicaba. La JCA está en proceso de análisis para

su relocalización. (Ver el Anejo 4, Gráfica 27: Concentraciones Máximas de 1 Hora Ozono - Puerto Rico - 2002.)

6) Bióxidos de Nitrógeno (NO₂):

La JCA mantenía dos (2) estaciones durante el 2002 para muestrear NO₂. Ambas estaciones estaban ubicadas en el área metropolitana. (Ver el Anejo 2, Mapa 22: "NO_x Sampling Network", para localización de estaciones.) El proceso para determinar los niveles ambientales de ese contaminante en la atmósfera es uno complicado y se necesita un equipo analítico bien sofisticado, razón por la cual existen tan pocas estaciones para este contaminante. Los óxidos de nitrógeno (NO_x) usualmente provienen como resultado de altas temperaturas de los procesos de combustión, tales como automóviles y plantas de generación. Además, el NO₂ juega un papel importante en las reacciones atmosféricas que generan ozono.

Es importante señalar que la norma establecida para este parámetro es determinada anualmente, por lo tanto, al determinar los niveles del contaminante se necesitan obtener los valores del año para calcular el valor y poder compararlo contra la norma establecida. Debido a esto, y para facilitar el análisis de la tendencia de las estaciones, se utilizaron los promedios mensuales de cada una de las estaciones. De acuerdo con este análisis, se puede determinar que los niveles del contaminante están por debajo de la norma en ambas estaciones. Además, si se observa los valores de ambas estaciones, se encuentra que son valores bien similares y con tendencias similares durante los meses y cambios de temporada.

Lamentablemente, la estación ubicada en Toa Baja fue cerrada, al igual que la estación de ozono, por solicitud de la comunidad. Ambas estaban ubicadas en el mismo sitio. La JCA está en el proceso de análisis y espera para su reubicación en un área cercana a Toa Baja.

b. Emisiones Actuales 2001 Fuentes Título V:

En Puerto Rico se emiten a la atmósfera varios contaminantes producto de la actividad humana y de eventos naturales. Los contaminantes que más se generan en Puerto Rico son material particulado (PM), monóxido de carbono (CO), bióxido de azufre (SO₂), óxidos de nitrógeno (NO_x) y compuestos orgánicos volátiles (VOC). Para éstos, la JCA ha establecido controles mediante reglamentación, muestreo, estudios y un sistema de permiso y de emisiones.

Debido a la contaminación atmosférica y del ambiente como producto de los avances tecnológicos e industriales de la sociedad moderna, se ha tenido que prevenir y tratar de reducir las emisiones. Una de las medidas desarrolladas por la JCA a esos efectos es crear un inventario de emisiones que se caracterice por tipo de fuentes emisoras, el tipo de contaminante generado y su concentración. El objetivo principal es asegurar el cumplimiento de las normas de calidad de aire y satisfacer la demanda pública por servicios mediante las inspecciones de campo, una de las herramientas más importantes disponibles para el control de la contaminación.

Las emisiones son descargas o escapes a la atmósfera de contaminantes del aire. Estas se clasifican en emisiones actuales, emisiones base, emisiones fugitivas, emisiones permisibles, emisiones secundarias, emisiones visibles, emisiones significativas y emisiones potenciales. Para efectos de este análisis, se consideraron las emisiones actuales generadas en Puerto Rico durante el 2001 por las industrias clasificadas Título V. Las emisiones actuales son descargas a la atmósfera, iguales a la tasa promedio en toneladas por año, que una instalación emite durante un periodo, en este caso, durante el 2001.

De acuerdo con la información disponible, se puede observar que, en términos generales, las regiones que reportan mayor cantidad de contaminantes atmosféricos son las regiones de Arecibo, San Juan y Humacao en todos los contaminantes contabilizados. El contaminante que fue reportado como el que más se emitió es el bióxido de azufre (SO_2), seguido por óxido de nitrógeno (NO_x) y monóxido de carbono (CO). Estos son generados mayormente por las plantas generatrices de electricidad. Las regiones donde más SO_2 se emite son Arecibo, Humacao y San Juan, mientras que las regiones de Mayagüez y Ponce presentan las emisiones más bajas. (Ver el Anejo 4, Gráfica 28: Concentraciones en Promedios Mensuales de NO_2 - Puerto Rico - 2002.) Por otro lado, los contaminantes atmosféricos peligrosos (HAPS, por sus siglas en inglés) y el PM_{10} , en términos generales, son reportados como los que menos se emitieron, pero hay que recalcar que los HAPS son identificados como los que más efectos nocivos tienen en la salud. Para efectos de este análisis no han sido identificados uno por uno, sino que fueron globalizados en una misma categoría. Al comparar las emisiones calculadas por tipo de contaminante, se determina que el particulado es mayormente emitido en Arecibo, San Juan y Ponce, los NO_x en Arecibo y San Juan, los orgánicos volátiles (VOC) en Arecibo, al igual que los HAPS y el CO en San Juan. Hay que mencionar que estas emisiones incluyen solamente las fuentes Título V. Además, no contienen las emisiones provenientes de plantas generadoras de electricidad (AEE), sino únicamente la que está localizada en Arecibo.

c. Emisiones Actuales Generadas por la Combustión:

La información de emisiones que se incluye y se detalla en esta sección son las generadas por las industrias afectadas por la Regla 410 del Reglamento para el Control de la Contaminación Atmosférica (RCCA). Esta estipula que los equipos de combustión mayores o iguales a 8 millones de BTU (mmBTU) tienen que tener un contenido máximo de azufre en el combustible menor o igual a 2.5%. Las industrias con equipos mayores o iguales de 8 mmBTU vienen obligadas a someter un informe mensual que indique el contenido de azufre (\Leftarrow) en los combustibles quemados diariamente al Programa de Calidad de Aire de la JCA. De estos informes mensuales se recopila la información sobre cantidad de combustible quemado, por ciento de azufre en el combustible, días de operación de los equipos y el factor de carga del mes. Las emisiones actuales de los contaminantes criterios se calculan según el factor de emisión¹² total de combustible quemado, días de operación y el por ciento de azufre informado. Se dividió el análisis de las emisiones en dos (2) partes: las emisiones de las plantas generatrices de electricidad (AEE) y las emisiones de otras industrias bajo la Regla 410 del RCCA. Ambas partes se presentan por región de Puerto Rico para cada uno de los contaminantes criterios.

1) Emisiones de Equipo de Combustión de las AEE bajo Regla 410 del RCCA:

Las plantas termoeléctricas generan electricidad mediante la quema de combustible residual o destilado. Estas están ubicadas en distintas áreas geográficas de Puerto Rico.

a) Area Metro:

En el área de San Juan (metropolitana) están ubicadas las plantas generatrices de Puerto Nuevo en San Juan y la de Palo Seco en Cataño. (Ver el Anejo 3, Tabla 35 y su gráfica: Total de Emisiones por Contaminante - Area de San Juan; y Tabla 36: Total de Emisiones por Contaminante y Tipo de Combustible - Area de San Juan.) Estas queman combustible #2 (destilado) y #6 (residual). Las emisiones por las mismas presentaron un aumento en el 2002. En los siguientes contaminantes hubo una disminución: partículas totales suspendidas (TSP), material particulado (PM₁₀), óxido de nitrógeno (NO_x) y monóxido de carbono (CO). El aumento de emisiones se debió a que aumentó el consumo de combustible #6 porque el consumo de #2 disminuyó en 16 millones de galones aproximadamente de

¹² Fuente de factores de Emisión: *Fire Clasification Codes & Emmision Factor Listing for Criteria Air Pollutants*, August 1995)

2001 a 2002. Es menester señalar que el contenido de azufre en el combustible #6 disminuyó en 0.06%. Aún así, el bióxido de azufre (SO₂) fue el que más se emitió en esta área, seguido por bióxidos de nitrógeno (NO₂) y, en tercer lugar, TSP, con 30,843 toneladas, 13,296 toneladas y 3,048 toneladas, respectivamente.

b) Area de Arecibo:

Las emisiones por contaminante disminuyeron. Esta área contiene las plantas termoeléctricas de Vega Baja y Cambalache en Arecibo. (Ver el Anejo 3, Tabla 37 y su gráfica: Total de Emisiones por Contaminante y Tipo de Combustible - Area de Arecibo.) Ambas utilizan combustible #2 y la disminución se debió a que la cantidad de combustible quemado disminuyó a pesar de que el por ciento de azufre aumentó en 0.22%. El contaminante que presentó una mayor reducción fue bióxido de nitrógeno (NO₂), seguido por bióxido de azufre (SO₂) y materia particulada (PM).

c) Area de Ponce:

De acuerdo con la información suministrada mensualmente en los informes de combustible en la región de Ponce, las emisiones de todos los contaminantes han disminuido notablemente. Esta región contiene las emisiones generadas por las plantas termoeléctricas de Costa Sur, Guayanilla. (Ver el Anejo 3, Tabla 38 y su gráfica: Total de Emisiones por Contaminante Area Ponce; y Tabla 39: Total de Emisiones por Contaminante y Tipo de Combustible - Area de Ponce.) La disminución se debe a que el consumo de combustible #6 disminuyó en 56 millones de galones aproximadamente, aunque el consumo de combustible #2 aumentó en 2 millones galones. El combustible #2 es más limpio en por ciento de azufre, por lo tanto, genera menos emisiones y causa una disminución en las emisiones por contaminante. En los contaminantes que más se nota la disminución es en bióxido de azufre (SO₂) y óxido de nitrógeno (NO_x), con una reducción de 4,448 y 1,799 toneladas al año, respectivamente.

d) Area de Guayama:

El total de emisiones por contaminante aumentó, excepto para compuestos orgánicos volátiles. Se utilizaron las emisiones generadas por las plantas termoeléctricas de Jobos y Aguirre que se encuentran en el área de Guayama. (Ver el Anejo 3, Tabla 40 y su gráfica: Total de Emisiones por Contaminante

Area de Guayama) Estas queman combustible #2 y #6, y el aumento se debió a que aumentó el consumo de combustible #6, aunque el consumo del #2 disminuyó. Es importante mencionar que el contenido promedio de azufre en el combustible #6 fue menor de 1.0% por peso. La termoeléctrica de Aguirre tiene asignado 2.00% de azufre si el contenido de azufre en el combustible disminuye, pero la cantidad de combustible quemado al año aumenta y el resultado será un aumento en emisiones. Los contaminantes que más se emitieron fueron bióxido de azufre (SO₂) y óxido de nitrógeno (NO_x), con 30, 578 y 22,640 toneladas al año, respectivamente.

e) Area de Humacao:

Se reflejó una disminución de emisiones en todos los contaminantes. Esta contiene la termoeléctrica de Yabucoa y de Daguao en Ceiba. (Ver el Anejo 3, Tabla 41 y su gráfica: Total de Emisiones por Contaminante y Tipo de Combustible - Area de Humacao.) Ambas queman combustible #2. La reducción de emisiones se debe a que el consumo de combustible disminuyó en 8 millones de galones al año aproximadamente. El contaminante que presentó una mayor reducción fue óxido de nitrógeno (NO_x), con 412 toneladas, seguido por bióxido de azufre (SO₂), con 76 toneladas.

f) Area de Mayagüez:

También se observa una disminución en todos los contaminantes, mayormente en SO₂. Esta área contiene la planta termoeléctrica de Mayagüez y quema combustible #2. (Ver el Anejo 3, Tabla 42 y su gráfica: Total de Emisiones por Contaminante y Tipo de Combustible - Area de Mayagüez.) La disminución se relaciona con un menor consumo de combustible de 1 millón de galones, aproximadamente. Además, hubo una reducción en el por ciento de azufre del combustible quemado. Esta planta tiene asignado 0.5 % de azufre.

d. Emisiones de Equipo de Combustión de Otras Industrias bajo Regla 410 del RCCA:

También existen otros tipos de industrias que están reguladas por la Regla 410 y someten informes de quema de combustible mensualmente. Entre éstas, se encuentran las farmacéuticas, asfalteras, y otras, que queman combustible como parte de sus procesos en calderas, cogeneración, calentadores, etc. El total de emisiones de éstas se detallan a continuación.

1) Región Humacao:

En esta área 14 industrias reportan el total de combustible quemado y el contenido de azufre. Estas fuentes queman varios tipos de combustible como kerosene (#1), diesel (#2) y residual (#5 y #6). Las emisiones en el 2002 presentaron una disminución en las partículas totales suspendidas (TSP), material particulado (PM₁₀), monóxido de carbono (CO) y plomo (Pb). Los contaminantes bióxido de azufre (SO₂) y óxido de nitrógeno (NO_x) presentaron un aumento, el cual se debió a que aumentó la cantidad de combustible quemado. La cantidad fue de 243,655,188 galones en comparación al 2001, que fue de 152,462,692 galones. En cuanto al por ciento de azufre en algunas industrias, disminuyó, mientras que en otras se mantuvo igual. El contaminante que más se emitió fue SO₂, con 17,431 toneladas. El segundo contaminante que más se emitió en esta área lo fue NO_x, con 2,459 toneladas, no obstante, para el 2001 la cantidad emitida fue 320 toneladas. En tercer lugar están los compuestos orgánicos volátiles (VOC), con 24 toneladas. (Ver el Anejo 3, Tabla 43 y su gráfica: Total de Emisiones por Contaminante - Región Humacao.)

2) Región Mayagüez:

En el área de Mayagüez hay 14 industrias que reportan el total de combustible quemado y el contenido de azufre. Las industrias queman combustible kerosene (#1), diesel (#2) y residual (#6). Las emisiones en el 2002 presentaron una disminución, comparándolas con las emitidas en el 2001. Todos los contaminantes presentaron reducción, y en cuanto plomo (Pb), no hubo emisión, al igual que el 2001. (Ver el Anejo 3, Tabla 44 y su gráfica: Total de Emisiones por Contaminante - Región Mayagüez.) La disminución en la cantidad de emisiones se debió a que hubo una reducción en la cantidad de combustible quemado. En el 2002 se quemó 4,662,024 galones y en el 2001 se quemaron 6,648,117 galones. En cuanto al por ciento de azufre, hubo varios cambios. Algunas industrias disminuyeron su por ciento, otras se mantuvieron igual y otras aumentaron. El contaminante que más se emitió fue bióxido de azufre (SO₂), con 346 toneladas, sin embargo en el 2001 fue 502 toneladas. El segundo contaminante que más se emitió en esta región lo fue bióxido de nitrógeno (NO₂), con 76 toneladas, mientras en el 2001 se emitieron 128 toneladas. En tercer lugar, partículas totales suspendidas (TSP), con 14 toneladas, que en el 2001 emitió 29 toneladas. El total de emisiones para el 2002 fue de 456 toneladas, mientras en el 2001 fue de 698 toneladas.

3) Región Guayama:

En esta región existen 15 industrias que reportan el contenido de azufre, de acuerdo con la Regla 410. Estas industrias queman varios tipos de combustible como: kerosene (#1), diesel (#2) y residual (#6). Las emisiones en el 2002 presentaron un aumento, en comparación al 2001. Hubo una disminución en compuestos orgánicos volátiles (VOC), monóxido de carbono (CO) y plomo (Pb). De acuerdo con la información reportada, el contaminante que más se emitió fue óxido de nitrógeno (NO_x), con 4,700 toneladas. En segundo lugar, se encuentra el bióxido de azufre (SO₂), con 3,891 toneladas, y en tercer lugar, partículas totales suspendidas (TSP), con 963 toneladas. El por ciento de azufre en casi todas las industrias disminuyó. (Ver el Anejo 3, Tabla 45 y su gráfica: Total de Emisiones por Contaminante - Región Guayama.) En el 2001 se emitió 281 toneladas de NO_x, 988 toneladas de SO₂ y 56 toneladas de TSP, aproximadamente. Al comparar estos datos por año, en el 2002 se emitieron 8,375 toneladas más, esto es, debido a que hubo compañías que se añadieron para este año y que en el 2001 no existían.

4) Región Ponce:

En la región de Ponce hay 12 industrias que reportan el contenido de azufre, según la Regla 410. Estas industrias queman combustible kerosene (#1), diesel (#2) y residual (#5 y #6). También queman carbón (Puerto Rican Cement). Las emisiones en el 2002 disminuyeron en comparación al 2001. La disminución fue en todos los contaminantes. El total de emisiones fue de 5,962 toneladas y en el 2001 fue de 6,199 toneladas. El contaminante que más se emitió fue bióxido de azufre (SO₂), con 2,642 toneladas, sin embargo, se emitieron menos que en el 2001 (2,805 toneladas). En segundo lugar, lo fue bióxido de nitrógeno (NO₂), con 2,631 toneladas, y en el 2001 se emitió 2,683 toneladas. La disminución es debido a que se quemaron menos galones. Para el 2002 fueron 6,117,372 galones, mientras que en el 2001 fueron 7,444,107 de galones. El por ciento de azufre en algunas de las industrias aumentó, en otras disminuyó y en otras se mantuvo igual. (Ver el Anejo 3, Tabla 46 y su gráfica: Total de Emisiones por Contaminante - Región Ponce.)

5) Región Metropolitana (Central):

En la región metropolitana hay 33 industrias que reportan el contenido de azufre bajo la Regla 410. Las mismas queman combustible kerosene (#1), diesel (#2), residual (#5 y #6) y carbón (San Juan Cement). Las emisiones en esta región en el 2002

presentaron una disminución en casi todos los contaminantes, comparándolas con el 2001. Según la información reportada, bióxido de azufre (SO₂) fue el que más se emitió en esta área, con 2,121 toneladas, y en el 2001 se emitieron 2,257 toneladas. En segundo lugar, bióxido de nitrógeno (NO₂), con 1,527 toneladas, y en el 2001, 1,614 toneladas. En tercer lugar, material particulado (PM), con 301 toneladas, y en el 2001, 331 toneladas, aproximadamente. En el 2002 el total de emisiones fue 4,073 toneladas y en el 2001 fueron 4,333 toneladas. (Ver el Anejo 3, Tabla 47 y su gráfica: Total de Emisiones por Contaminante - Región Metropolitana.) Los contaminantes que presentaron aumento fueron compuestos orgánicos volátiles (VOC) y monóxido de carbono (CO). Los que presentaron disminución fueron partículas totales suspendidas (TSP), material particulado (PM₁₀), bióxido de azufre (SO₂) y bióxido de nitrógeno (NO₂). Plomo (Pb) no presentó emisiones en el 2002 ni en el 2001.

6) Región Arecibo:

Esta región cuenta con 29 industrias que reportan el total de combustible quemado y su contenido de azufre bajo la Regla 410. Las industrias queman kerosene (#1), diesel (#2) y residuales (#4, #5 y #6). Las emisiones aumentaron en el 2002, en comparación al 2001. El contaminante bióxido de nitrógeno (NO₂) fue el que más se emitió, con 2,359 toneladas. En segundo lugar, bióxido de azufre (SO₂) con 1,932 toneladas. En tercer lugar, monóxido de carbono (CO), con 495 toneladas. El aumento en emisiones en el 2002 fue de 209 toneladas más al compararlas con el 2001. El total en el 2002 fue de 5,313 toneladas, y en el 2001 fue 5,104 toneladas, aproximadamente. El aumento en emisiones en el 2002 se debió a que hubo un aumento en el por ciento de azufre en los combustibles quemados (#1, #2, #4 y #6). (Ver el Anejo 3, Tabla 48 y su gráfica: Total de Emisiones por Contaminante - Región Arecibo.) En el 2002 se quemó 34,559,900 galones, y en el 2001, 33,55,688 galones.

En resumen, de acuerdo con los resultados de las estaciones de muestreo, la calidad del aire en Puerto Rico está bajo los niveles permitidos. En ocasiones es difícil identificar el cambio de la contaminación ambiental. Esto se debe a cuatro (4) razones principales:

- Muchos monitores están ubicados en áreas urbanas y el aire responde al cambio urbano del área.
- No todos los contaminantes son emitidos directamente al aire y resultan de reacciones químicas.

- La cantidad de algunos contaminantes depende de reacciones químicas que ocurren en determinado tiempo y toman tiempo en viajar y el monitor no logra capturarla.
- Las condiciones ambientales contribuyen a la formación o comportamiento de los contaminantes en la atmósfera.

ECOSISTEMAS

En Puerto Rico existe una gran variedad de ecosistemas terrestres y acuáticos no-marinos de gran importancia y valor ecológico que dependen para su supervivencia de la disponibilidad de agua fresca. Estos ecosistemas incluyen las reservas de bosques, humedales, la zona del carso, la zona marítimo-terrestre y lagunas costaneras.

1. **Bosques:**

Aproximadamente el 44% de la superficie de Puerto Rico está cubierta por bosques primarios o secundarios, de los cuales sólo el 9% está protegido (USFS,2002). Esto compara desfavorablemente con la cantidad de bosques en tiempos precolombinos, cuando esencialmente cubrían toda la Isla. La deforestación intensa durante el periodo español obedeció al desarrollo de cultivos, tales como la caña de azúcar en los valles costaneros y las laderas de las montañas.

Aproximadamente 90,880 cuerdas de los bosques de la Isla son reservas locales o federales, representando varios ecosistemas de gran valor ecológico. Estos se encuentran localizados en las Zonas de Vida Ecológica de Puerto Rico y Bosques Públicos, según se ilustra en el Anejo 2, Mapa 23.

Los bosques públicos fueron agrupados por tres (3) zonas en el documento conocido como "The Master Plan for the Commonwealth Forests of Puerto Rico", preparado por el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA) en 1976. Esta clasificación incluye bosques de costas, de la región montañosa y de la región de la caliza del norte. Luego del establecimiento de los bosques urbanos de San Patricio y Nuevo Milenio se integra esta nueva clasificación para facilitar la descripción de estas áreas protegidas. (Ver el Anejo 3: Tabla 49: Bosques Públicos.) Además de esta agrupación por zona, se cuenta con la clasificación de las áreas por su zona de vida, según la clasificación establecida por Holdridge en 1947 y que fuera aplicada a Puerto Rico por Ewel y Whitmore en 1973. Existen otras estrategias desarrolladas para clasificación de ecosistemas que incluyen la integración de la geología a la capa de información para las zonas de vida integrando la clasificación de zonas geoclimáticas. (Ver el Anejo 3, Tabla 50: Bosques Públicos por Zona de Ubicación y Zona de Vida.) Además, el Anejo 2, Mapa 18: "PM_{2.5} Sampling Network", muestra las áreas naturales

protegidas para Puerto Rico y las zonas de vida, según su distribución en la Isla, que también se aplica en los terrenos privados con cubierta forestal.

De importancia especial es el Bosque Nacional del Caribe, en la Sierra de Luquillo, donde anualmente se registra un promedio de 200 pulgadas de lluvia. Los ríos que se originan en las laderas del Yunque descargan cantidades significativas de agua que proveen abastos de agua potable a varias comunidades en las zonas bajas de la región este. Segmentos de los ríos Mameyes e Icacos han sido designados Ríos Silvestres y Escénicos por el Congreso de los Estados Unidos a petición del ELA. Los bosques de Carite y Toro Negro presentan características similares y generan cantidades sustanciales de escorrentía que alimentan tributarios de varios de los ríos principales en las regiones sureste y norte de la Isla. El Bosque Seco de Guánica es un área única donde la intensidad de la lluvia es mucho menor que en otras áreas boscosas en la Isla.

a. Bosque Seco Subtropical:

Es la zona más seca, con una precipitación que va de 600 a 1000 mm anuales. La altura de este Bosque es limitada por la condición climática y su composición incluye desde cactus hasta vegetación siempre verde. Tiene una alta diversidad de aves. La diversidad y cantidad de la avifauna también están asociadas a una alta diversidad de insectos. El bosque de Guánica ha sido identificado por Ewel y Whitmore como posiblemente el mejor ejemplo de la composición de vegetación natural de un bosque seco subtropical en todo el mundo y la mayor parte de este sistema se encuentra bajo el sistema de bosques estatales administrados por el DRNA. Las presiones a las que se enfrenta esta zona son:

- Susceptibilidad a incendios. Los incendios pueden ocurrir en terrenos públicos o privados o extenderse entre éstos.
- Los cortes de vegetación y disturbios son una gran presión debido a que la vegetación se encuentra usualmente bajo tensión por las condiciones climáticas, lo que dificulta el crecimiento y las estrategias de reforestación.
- Por ser terrenos costeros, existe especulación y presiones de construcción sobre muchas áreas privadas.
- Por la falta de agua en esta zona la construcción de viviendas o estructuras que utilicen agua de los acuíferos subterráneos afectarían la disponibilidad de la misma en el suelo.

b. Bosque Húmedo Subtropical:

Esta es la zona de vida que ocupa más área en la Isla. La precipitación promedio está entre 1000 ó 1100 mm hasta 2000 ó 2200 mm. La diferencia de suelos que predomina en la Isla establece una diferencia en la capacidad de retención de agua en diferentes áreas de Puerto Rico que están bajo esta clasificación. La mayoría de las áreas sufrió deforestación o fueron degradadas por el intenso uso agrícola debido a que los suelos tienen una buena capacidad para esos fines. Con la excepción de los suelos ricos en serpentina o derivados de caliza, la mayoría de los restantes suelos cuentan con una cubierta no forestal o un bosque secundario, si están en terrenos privados. Todos los bosques públicos de la zona de la caliza del norte tienen terrenos bajo esta zona de vida, lo cual los hace remanentes importantes de la vegetación típica, así como importantes centros de biodiversidad para la Isla. La zona de mogotes que se encuentra en la caliza del norte tiene un gradiente de humedad del tope a su base debido a la percolación del material del suelo, su geología y su orientación con relación al paso del sol que contribuye a una alta diversidad vegetativa en esta zona. Los bosques urbanos, una pequeña porción del Bosque Estatal de Maricao y el de Susúa, caen bajo esta zona de vida. Estos bosques también cuentan con importantes recursos de biodiversidad debido a su composición de suelos, donde se encuentra la serpentina. Los suelos de estos bosques sirven de albergue a muchas especies endémicas, pero no son buenos para la agricultura o el manejo silvícola maderero. En las costas de Puerto Rico muchos sistemas de manglares están bajo esta zona de vida y crecen más grandes que los que se encuentran en la zona seca. Las presiones ejercidas sobre esta zona son:

- Las áreas aledañas a los manglares, y con un nivel freático alto, cuentan con pantanos o humedales, muchos de ellos afectados por usos agrícolas o por las construcciones con que rellenan estas áreas.
- En la región de la caliza del norte existe mucha presión por el uso de la corteza terrestre, lo cual puede afectar el sistema de bosques que aún existe en estas áreas. Los bosques públicos pasan a ser un parcho rodeado de un ambiente diferente con la eliminación de los mogotes o con disturbios, como carreteras que fragmentan este ecosistema, afectando el balance hídrico y su función con los acuíferos de la región norte de la Isla.
- Es la más impactada por usos y su composición vegetal fuera de las áreas protegidas y está dominada por bosques secundarios.

c. Bosque Muy Húmedo Subtropical:

Ocupa muchos de los terrenos de mayor elevación en la Isla. Es una zona de mucha precipitación, con un promedio de 2000 a 4000 mm por año. En ella se reducen los déficit de humedad en el suelo, lo que crea mayores problemas de escorrentía y la susceptibilidad a erosión por la combinación de clima, suelos y topografía. Existen remanentes de bosque maduro de esta zona de vida en bosques como Carite, Guilarte, Toro Negro, Río Abajo y Maricao. Muchas áreas fueron cortadas selectivamente para sacar especies de maderas preciosas, degradando la composición de especies de algunas áreas. Otras fueron usadas o están siendo usadas para cultivo de café. El uso combinado de café, con o sin sombra, crea un mosaico en el paisaje y en la composición forestal de esta zona. Bosques como Guilarte y el Bosque del Pueblo cuentan con remanentes de áreas agrícolas, donde se encuentran remanentes de especies de cultivo, plantaciones establecidas como estrategia de recuperación de cubierta forestal, y bosques nativos que se intercalan en el paisaje. Los usos de pastoreo es otro parcho que domina en muchos terrenos privados que, dependiendo del dueño, puede estar en uso o bajo estado de sucesión con bosque secundario. Presiones ejercidas sobre esta zona:

- Es esencial para la contribución del manejo de agua y escorrentía en Puerto Rico. Se debe evaluar los usos congruentes basándose en el suelo, topografía y proximidad a ríos y quebradas para reducir la sedimentación de los cuerpos de agua, a la vez que se mantiene el potencial de producción de agua que esta zona ofrece para Puerto Rico.
- Los usos de pastoreo deben reducirse, ya que son áreas difíciles de manejar por su topografía y clima.
- El cultivo agrícola que promueva la remoción total de la cubierta forestal atenta contra las funciones naturales de esta área. Debido a la topografía y a la precipitación, se necesita aportar muchos productos que sustenten la agricultura sin cubierta forestal en esta zona. El aporte de productos químicos crea un problema con la escorrentía de áreas agrícolas sin la aplicación de las mejores prácticas de manejo.

d. Bosque Lluvioso Subtropical:

Ocupa poco terreno y sólo ocurre dentro de los límites del Bosque Nacional del Caribe, manejado por el Servicio Forestal Federal. Sus suelos permanecen totalmente saturados durante el año. El grado de saturación es un factor que afecta la respiración al nivel de las raíces, lo que influye en el crecimiento de la vegetación en esta zona. El 100% de

esta área está protegida y su uso está relacionado con la investigación y recreación de forma controlada. Como presiones se identificó la siguiente:

- Debido a la relación de esta área con la lluvia, la misma puede ser afectada por aspectos climáticos de nivel mundial.

e. Bosque Montano Bajo Muy Húmedo:

Ocupa la mayoría de los picos de montañas sobre los 1000 metros de elevación. Su área puede extenderse hasta una elevación de casi 700 metros sobre el nivel del mar. Su vegetación está relacionada con el bosque tipo palo colorado (*Cyrilla racemiflora*) y cuenta con suficiente humedad en el suelo durante todo el año. En esta zona se reportan menos especies que en la zona de vida muy húmeda. Además del bosque tipo palo colorado, se encuentran asociaciones de bosque nublado o enano, donde se destacan las áreas reconocidas dentro del Bosque Nacional del Caribe, pero que existen en menor escala en las partes más altas de los bosques públicos que tienen terrenos bajo esta clasificación. Los bosques públicos de Carite, Maricao, Guilarte y Toro Negro tienen parte de sus terrenos en esta zona de vida. La mayor extensión de terreno se encuentra dentro de los límites del Bosque Nacional del Caribe del Servicio Forestal Federal. Se identificaron las siguientes presiones:

- Los usos de terrenos no compatibles con esta zona y los suelos que la componen presentan un alto riesgo de deslizamientos. Entre los usos no compatibles se pueden encontrar algunos usos de pastoreo en terrenos privados, así como cultivos sin cubierta forestal.
- Los terrenos forestales son muy frágiles para uso maderero o agrícola.

f. Bosque Montano Bajo Lluvioso:

Esta es la zona de vida con menor cantidad de terreno en Puerto Rico. La vegetación es muy similar al del Bosque Montano Bajo Muy Húmedo. Todos los terrenos están protegidos dentro de los límites del Bosque Nacional del Caribe del Servicio Forestal Federal. Como presión se puede mencionar la siguiente:

- Debido a la relación de esta área con la lluvia, la misma puede ser afectada por aspectos climáticos globales.

2. Vida Silvestre y Especies Críticas:

El desarrollo económico de Puerto Rico en gran medida ha dependido de la industria de construcción, lo que ha resultado en la pérdida de hábitat, necesario para la supervivencia de muchas especies de la vida silvestre y, como consecuencia, una amenaza sobre la biodiversidad del País. Este desarrollo, a veces poco planificado, obliga al Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA) a tomar acciones necesarias para la conservación de los recursos naturales con miras a lograr su conservación y recuperación.

a. Especies Vulnerables y en Peligro de Extinción:

El DRNA, utilizando como herramienta de trabajo la Nueva Ley de Vida Silvestre, *supra*, y los reglamentos propuestos, ha revisado la lista de especies que necesitan protección especial por el Estado Libre Asociado de Puerto Rico. Es menester mencionar que la lista de especies vulnerables o en peligro de extinción no se había revisado prácticamente desde el 1985. Para esta revisión se adoptaron como guías las categorías y criterios recomendados por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, UICN, por sus siglas en inglés (International Union for the Conservation of Nature). Estos criterios se basan en factores biológicos, relacionados con el riesgo de extinción e incluyen: la tasa de disminución, tamaño de la población, área de distribución geográfica y grado de fragmentación de la población. En la nueva lista se incluye por primera vez especies de invertebrados y peces, además de las plantas y los vertebrados. Ciento treinta y uno (131) especies componen la nueva lista que se subdivide en las categorías: *Peligro Crítico, En Peligro, Vulnerable en Menor Riesgo o Datos Insuficientes*. (Ver el Anejo 3, Tabla 51: Lista de Especies de Consideración Especial.) Las especies listadas deberán tener prioridad y tendrán que tomarse en consideración al momento de aprobar actividades y proyectos que las puedan afectar negativamente. El DRNA deberá desarrollar planes de recuperación para las especies listadas y realizar los estudios necesarios para identificar las medidas de manejo necesarias para su recuperación. Además, deberá identificar los hábitáculos que deberán protegerse para su supervivencia.

b. Especies en Peligro de Extinción:

Estas se manejan activamente y, algunas, como la cotorra de Puerto Rico (*Amazona vittata*), la mariquita de Puerto Rico (*Agelaius xanthomus*) y la paloma Sabanera (*Columba inornata wetmorei*) han mostrado una tendencia positiva en la curva de crecimiento. En el caso de la cotorra de Puerto Rico, el aviario José Luis Vivaldi de Río Abajo ha logrado producir un promedio de 14 cotorras por año en los últimos cinco (5) años. El Gobierno Federal mantiene listas separadas que no

coinciden totalmente con las del DRNA. Las especies consideradas como en peligro de extinción por el gobierno federal también se ilustran en estas tablas. Entre las especies designadas como críticas o en peligro de extinción se encuentra el organismo acuático *Alloweckelia gurnee*, un crustáceo que vive solamente en ríos subterráneos y cuya supervivencia depende directamente de la disponibilidad de agua adecuada y de excelente calidad.

c. Especies de Caza:

Las especies cuya caza se permite mantienen gran estabilidad poblacional. Las palomas y tórtolas de caza, con excepción de la rabilarga (*Zenaida macroura*), son abundantes y la porción que se caza se estima en menos de uno por ciento (1%). La tórtola rabilarga o rabiche aparenta poseer una población reducida y localizada. La pérdida de terrenos agrícolas en el sur de la Isla ha afectado severamente esta población, por lo que para la temporada de caza del 2003 se redujo la cantidad de animales a cazarse. La División de Vida Silvestre conduce estudios para determinar el estado de esta especie y hacer recomendaciones finales. La tórtola aliblanca, (*Zenaida asiática*), por el contrario, ha mostrado un aumento acelerado en su población y distribución, considerándose muy abundante.

d. Cabros y Cerdos en Isla de Mona:

La caza de este recurso continúa siendo utilizada como una herramienta de control poblacional. La porción de la población de estas especies que se remueve mediante la caza se ha mantenido similar por los últimos 15 años. Se realizan estudios sobre el impacto de estas especies en el hábitat.

e. Especies no de Caza:

La fauna de Puerto Rico, con excepción de las especies listadas como vulnerables y en peligro de extinción y aquella bajo consideración especial en el reglamento aplicable, aparentan mantener poblaciones estables. No obstante, la pérdida de hábitat sigue considerándose la razón principal que afecta estas poblaciones. Para muchas especies se estima necesario realizar estudios científicos para determinar su estado actual.

3. Carso:

El término carso (proveniente del término "karst") se refiere a las zonas donde las rocas calizas forman un patrón de drenaje no definido, predominando sumideros entre colinas y dolinas. Estas formaciones de rocas calizas resultaron de la acumulación de residuos de caracoles y

esqueletos de organismos marinos depositados a través de millones de años en ambientes marinos. Cataclismos en el área del Caribe resultaron en la elevación de la plataforma de la Isla, exponiendo los depósitos de rocas calizas en bandas a lo largo de las costas norte y sur de la Isla, siendo los depósitos de la costa norte los más importantes. La zona del carso del norte ocupa un área de aproximadamente 550 millas cuadradas o el 16% de la superficie total de la Isla.

Las rocas calizas en la Isla estuvieron expuestas a la atmósfera por milenios, resultando en una disolución selectiva del carbonato de calcio en las rocas. Esto ha resultado en el patrón de sumideros formados en dolinas y rodeados de colinas típicas del carso. En esta zona la mayor parte de la lluvia se infiltra al subsuelo, recargando los acuíferos profundos y llanos de la costa norte antes descritos. Los patrones de drenaje superficiales son mínimos, excepto por los ríos que se originan en las montañas formadas por rocas volcánicas y que transcurren a través de la zona del carso. La importancia de los acuíferos del norte para los abastos de agua en la Isla es significativa.

Ecológicamente, la zona del carso es de gran diversidad en su flora y fauna. Estudios realizados ubican aproximadamente 21 familias de flora y 19 familias de fauna catalogadas como vulnerables o en peligro de extinción que habitan en estas áreas (USDA, Forest Service, 2001). La preservación de la zona del carso es de primordial importancia para la Isla.

El análisis de las estadísticas preliminares de protección de hábitat mediante áreas naturales protegidas designadas formalmente por agencias federales o estatales o protegidas por el Fideicomiso de Conservación, arroja resultados que se ilustran en el Anejo 3, Tabla 52: Análisis de las Estadísticas Preliminares de Protección de Hábitat Mediante Areas Naturales Protegidas. En términos generales, se ha computado que la relación de protección de la totalidad del territorio de la isla grande de Puerto Rico, Mona, Culebra, Vieques y demás cayos e islotes es 5.78%.

4. Humedales:

Los humedales son aquellas áreas que han sido inundadas o saturadas por aguas superficiales o subterráneas a una frecuencia y duración suficiente para mantener comunidades vegetales y animales adaptadas a una vida donde las condiciones del suelo son saturadas. Los humedales incluyen generalmente ciénagas, pantanos, terrenos fangosos y similares, y son muy importantes como sistemas reguladores del agua. El área total de humedales en Puerto Rico es de aproximadamente 23,650 cuerdas de humedales costeros y 81,440 cuerdas de humedales de agua fresca (JCA, 2003). Por otro lado, el Servicio Forestal Federal ha determinado como humedales un área aproximada de 16,420 cuerdas (USDFS, 2002). Históricamente la reducción en el área de los humedales se debía a la

agricultura. Hoy día la disminución que se observa es debido, principalmente, a los desarrollos urbanos que han resultado en el relleno de una gran parte de estos bosques. Los mangles en Puerto Rico, cuya extensión original se estima en 61,800 cuerdas para el 1975, se redujeron a menos de 10,200 cuerdas (Cuerpo de Ingenieros, 1978). En las zonas costaneras, los humedales arbóreos están formados por mangles rojo (*Rhizophora mangle*), blanco (*Laguncularia racemosa*), negro (*Avicennia germinans*) y botón (*Conocarpus erectus*). El mangle rojo es el más cercano al mar, mientras que el mangle botón es el más lejano de la costa.

La relación aproximada de protección de humedales, a través de designaciones formales de Áreas Naturales Protegidas (ANP), tales como Bosque Estatal, Reserva Natural, Refugios de Vida Silvestre (Federal y Estatal) y de Reserva Nacional de Investigación Estuarina, se computó a través de la superposición del nivel de información de las ANP y del Inventario Nacional de Humedales para Puerto Rico. Este se reclasificó en tres (3) categorías: Marino, Estuarino y Palustre (que representan la mayoría de los humedales en PR), con el objeto de simplificar la difusión del análisis. (El Anejo 3, Tabla 53: Relación de Protección (ANP) por Tipo de Humedal.)

Al presente, se monitorea las actividades de mitigación de humedales. Se analiza la efectividad de diferentes métodos de mitigación, así como los enfoques utilizados en proyectos de mejoramiento y restauración de humedales. La principal fuente de información son los proyectos aprobados por el Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos.

5. Arrecifes de Coral:

En el ámbito marino, se han realizado esfuerzos intensivos para determinar la situación actual de los arrecifes de coral, los cuales por definición son también humedales. Se han realizado caracterizaciones y monitoreos para contribuir a su protección y manejo a través de la Iniciativa de Arrecifes de Coral de Puerto Rico, con apoyo de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA, por sus siglas en inglés).

Cálculos realizados sobre la base de la información del Inventario Nacional de Humedales, a los efectos de determinar la relación entre áreas marinas protegidas y protección arrecifal, revelan que el área total de arrecifes de coral contabilizado a través del GIS es 10,563.12 cuerdas, de las cuales 4,555.75 cuerdas han sido protegidas mediante designaciones de componentes marinos de reservas naturales. Según cálculos de Díaz y Dragoni (2000) esto representa un 43.13% de protección de los arrecifes identificados.

Con la excepción de Isla de Mona, NOAA produjo unos mapas sobre el ecosistema de arrecifes de coral y hábitculos asociados a los mismos, que incluye, por ejemplo, arena, manglares, algas y fondo rocoso. El trabajo se

limitó a una profundidad de aproximadamente 20 pies. Esta iniciativa delineó un área total de ecosistema de arrecifes de coral de 5,009.6 km². Los arrecifes de coral y el hábitat de fondo rocoso colonizado constituyen 756.2 km² del área total, que equivale a un 15.1%; el hábitat de yerbas marinas cubre 624.8 km² (12.5%), áreas dominadas por macroalgas cubren 96.7 km² (1.9%) y el manglar de borde posee 72.6 km² (1.4%) (Kendall et al. 2001).

El archipiélago de Puerto Rico está casi completamente rodeado de arrecifes. Los arrecifes rocosos de sustrato duro sumergido se encuentran en las costas noroeste y oeste de Puerto Rico con relieve moderado a alto y una alta cubierta de algas de césped ("turf") y crecimiento de coral de parcho ("patchy"). Los arrecifes planos de eolianitas están mayormente en la costa norte con una cobertura significativa de alga de césped, esponjas y corales aislados incrustados. Los arrecifes de borde se encuentran principalmente en las costas este, sur y oeste de Puerto Rico, Culebra y Vieques. Los arrecifes de borde al norte se caracterizan por comunidades llanas (1-3 metros) de laguna arrecifal ("back-reef") y están dominados por el coral de dedo y colonias dispersas de diferentes especies (Matos, García y Díaz, *Status of the Coral Reefs of Puerto Rico*, 2000).

Los arrecifes del borde de la plataforma insular o veril ("shelf-edge") son los ecosistemas de arrecifes de coral más desarrollados, pero menos estudiados. Una formación extensa se encuentra en la costa sur, de Guayanilla a Cabo Rojo. Un desarrollo óptimo arrecifal puede encontrarse a 20 metros en el veril en dicha área. Algunos de los arrecifes de veril más desarrollados se encuentran mar afuera al oeste y suroeste de Desecheo y Mona.

Los arrecifes de parcho son pequeños sistemas sumergidos de arrecife rodeados por sedimentos suaves. Se conoce poco de ellos por su tamaño pequeño y, por eso, se excluyen de las cartas náuticas. No obstante, estos arrecifes de parcho pueden ser significativos debido a su alta abundancia en algunos lugares, tales como La Parguera, Arrecifes La Cordillera, Isla de Mona, Rincón, Aguadilla y las bahías de Guayanilla y Mayagüez.

La cobertura de coral generalmente aumenta a mayor distancia de la costa con coberturas vivas que fluctúan aproximadamente de 10-50% en el veril (Morelock et al. 2001). Allí los corales de estrella dominan de 3 a 15 metros, con colonias hasta 5 metros de altura y el coral vivo se extiende hasta al menos 40 metros (Bruckner, Andy 1999; Morelock, Jack, comunicación verbal).

Se han reportado 93 especies de corales en Puerto Rico, incluyendo 43 escleractinas ("scleractinian"), 42 octocorales, 4 "antipatharians" y 4 hidrocorales (Bruckner, comunicación verbal).

En los últimos 25 años, las poblaciones de coral cuerno de ciervo y de alce han declinado en la mayoría de sus asentamientos. Las causas son: daño por huracanes, enfermedad de banda blanca y moluscos que se alimentan del coral (Goenaga 1991, Bruckner et al. 1997, Williams et al. 2000). Grandes porciones de coral de cuerno de alce en la costa este, que estaban saludables en el 1979, ahora se han diezariado posiblemente a consecuencia de la enfermedad de banda blanca (Goenaga y Boulon 1992).

Los factores humanos que están afectando adversamente los arrecifes de coral se pueden resumir como: fuentes de contaminación tierra adentro (como desarrollos urbanos costeros que incluyen la remoción de la corteza terrestre sin tomar las medidas eficaces de control de erosión y escorrentías sobrecargadas de sedimentos, las actividades agrícolas con aplicación excesiva de pesticidas o nutrientes y actividades industriales), pesca excesiva, mal uso por el turismo o usos recreativos excesivos, prácticas destructivas de pesca, derrames de petróleo a pequeña y gran escala, encallamientos de embarcaciones (incluyendo barcasas de petróleo), eutroficación, contaminación termal, otro tipo de contaminación costera, extracción y comercio internacional con organismos ornamentales, desperdicios marinos, descargas de embarcaciones, destrucción de hábitats, y actividades militares (en el pasado).

Los factores naturales que afectan nuestros arrecifes son huracanes, enfermedades y el calentamiento global. Actualmente, las enfermedades y el blanqueamiento de corales están ocasionando daños severos, extensos y agudos en un periodo alarmantemente rápido. Esta información se ha estado documentando en detalle en la Reserva Natural Canal Luis Peña, en Culebra, única área natural protegida en Estados Unidos, manejada por un gobierno estatal con una veda permanente de pesca. La tasa de mortalidad por esta causa en Culebra es la mayor documentada en toda la Región del Caribe, según el Dr. Edwin Hernández, coordinador del proyecto de monitoreo de arrecifes de coral en dicha Reserva.

Puerto Rico cuenta con aproximadamente 313 millas de costas. Su zona marítimo-terrestre se extiende desde el mar hasta la línea donde llega la marea ciclónica. En esta zona las mareas y marejadas interactúan con los sistemas terrestres, tales como humedales costaneros, dunas, acantilados y arrecifes. El DRNA es responsable del manejo de la zona costanera y define lo que constituye la Zona Marítimo-Terrestre. Por otro lado, la Junta de Planificación maneja el Programa Federal de la Zona Costanera, asegurándose que el desarrollo de proyectos dentro de una milla de esta zona es compatible con su conservación.