

# *Control de Contaminación del Aire*

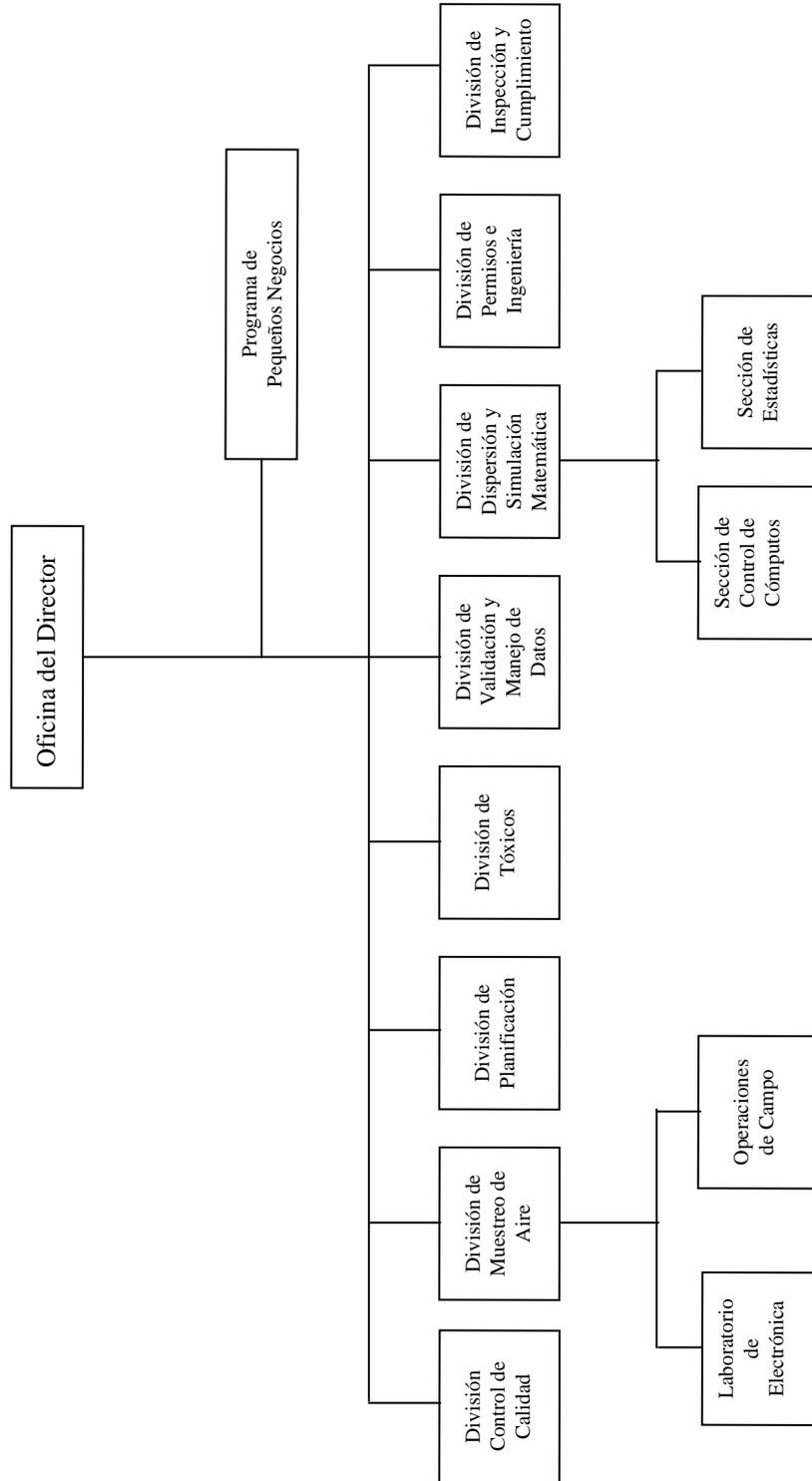
## **DESCRIPCION DEL PROGRAMA**

La base legal para el Programa Mejoramiento de Calidad del Aire (PMCA) se encuentra en el Artículo 11 de la Ley sobre Política Pública Ambiental donde se establece que la Junta de Calidad Ambiental debe: “establecer mediante reglamentos, los requisitos que a su juicio sean necesarios para el control de emisiones y para la prevención, disminución o control de daños al ambiente y a los recursos naturales”. El Programa Mejoramiento de Calidad de Aire tiene la misión de velar por la calidad de aire y establecer los controles dirigidos a mantener las condiciones aceptables en la atmósfera, de modo que no se perjudique la salud humana y el bienestar de la comunidad.

Para cumplir con esto, el Programa está estructurado como sigue: (Ver organigrama).

1. Oficina del Director
2. División de Permisos e Ingeniería
3. División de Planificación
4. División de Validación y Manejo de Datos
5. División de Tóxicos de Aire
6. División de Inspección y Cumplimiento
7. División de Dispersión y Modelaje Matemático
8. Oficina de Control de Calidad
9. Programa de Pequeños Negocios

*Organigrama*



## TRASFONDO DEL PROBLEMA

La causa principal a la que se le atribuye la contaminación del aire es el hombre. No obstante, existen también factores en la naturaleza que contribuyen al deterioro de la calidad del aire. Existen diferentes tipos de fuentes de contaminación atmosférica, incluyendo cualquier estructura, edificio, equipo o instalación que esté localizada en una o más propiedades contiguas o adyacentes, poseída y operada por una misma persona que emite o pueda emitir cualquier contaminante al aire.

### FUENTES DE CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA:

1. **Fuentes Naturales:**
  - a. Cenizas volcánicas.
  - b. Partículas del desierto del Sahara.
  - c. Gases que se generan en incendios por combustión espontánea.
  - d. Esporas, hongos y microorganismos que se encuentran suspendidas en el aire.
2. **Fuentes Artificiales o Antropogénicas** (producidas por el hombre):
  - a. Fuentes móviles, como vehículos de motor.
  - b. Barcos.
  - c. Aviones.
3. **Fuentes Estacionarias:**
  - a. Proviene en su mayoría de actividades industriales o agrícolas.
  - b. Instalación de producción de energía eléctrica.
  - c. Quema de desperdicio a campo abierto.
  - d. Actividades de construcción de carretera, edificios, etc.

## SITUACION ACTUAL

Este informe presenta la calidad del aire en Puerto al 2000. Para describir la situación actual se tomaron los niveles ambientales medidos en las estaciones de muestreo localizadas en diferentes áreas de la Isla. Estas estaciones componen la Red de Monitoría

de Calidad de Aire. También se analizan los datos sobre las emisiones actuales generadas por las fuentes reglamentadas por la Regla 410 Contenido Máximo de Azufre en el Combustible. Estas fuentes son las que tienen un equipo de combustión mayor de 8MMBTU. Las emisiones generadas por la combustión se les conoce como contaminantes criterios y se mencionan a continuación: Material Particulado (PM<sub>10</sub>)<sup>1</sup> Bióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>), Ozono (O<sub>3</sub>), Monóxido de Carbono (CO), Plomo (Pb) y Bióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>). Cada uno de estos contaminantes tiene un estándar primario o secundario. Los estándares nacionales de calidad de aire se detallan en la tabla titulada *Normas Nacionales de Calidad de Aire*. Las normas primarias fueron designadas para proteger la salud pública y las secundarias para proteger el bienestar general de los efectos de la contaminación de aire en la vegetación, edificios y visibilidad. Estas normas son expresadas en varios períodos de tiempo; a largo y a corto plazo. Las normas a largo plazo son valores de promedios anuales. Las normas a corto plazo se miden para promedios de 1 hora, 3 horas, 8 horas y 24 horas.

### NORMAS<sup>2</sup> NACIONALES DE CALIDAD DE AIRE

Contaminante	Tiempo Promediado	Concentración Máxima Permitida	
		Norma Primaria ug/m <sup>3</sup> ppm	Norma Secundaria ug/m <sup>3</sup> ppm
<b>Materia Particulada (PM-10)</b>			
	Prom. Aritm. Anual <sup>3</sup>	50	50
	24- hr. conc.	150	150
<b>Materia Particulada &lt; 2.5 micrones (PM-2.5)</b>			
	Prom. Aritm. Anual	15	15
	24- hr. conc.	65	65
<b>Bióxido de Azufre</b>			

<sup>1</sup>"Particulate Matter" (PM<sub>10</sub>), "Sulfur Dioxide" (SO<sub>2</sub>), "Ozone" (O<sub>3</sub>), "Carbon Monoxide" (CO), "Lead" (Pb), "Nitrogen Dioxide" (NO<sub>2</sub>) Silas en Inglés y en adelante.

<sup>3</sup>ug/m<sup>3</sup> = Microgramos por metro cúbico

	Anual	80	0.03	---	---
	24-Hrs.	365	0.14		
	3- hrs.	---	---	1300	0.50
<b>Ozono</b>					
	1-hr.	245	0.125	245	0.125
<b>Monóxido de Carbono<sup>4</sup></b>					
	8-hrs.	10	9	10	9
	1-hr.	40	35	40	35
<b>Plomo</b>	Promedio	1.5		1.5	
	Trimestral				
<b>Bióxido de Nitrógeno</b>	Anual	100	0.053	100	0.053

### Descripción del Área de estudio y de la Red de Muestreo de Aire

Para determinar la localización de las estaciones se evaluó la densidad poblacional, distribución industrial en el área, los reclamos de las comunidades, los diferentes propósitos de los muestreos, como por ejemplo muestreos orientados hacia la fuente, hacia la población, de trasfondo o para estudios especiales e investigación. En algunos municipios se hacen un muestreo materia particulada, dióxido de azufre, monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno y ozono. A continuación la categoría de fuente y la población en donde hay estaciones de muestreo.

<b>MUNICIPIO</b>	<b>POBLACION<sup>5</sup></b>	<b>INDUSTRIA</b>
Barceloneta	22,322	Farmacéuticas
Bayamón	224,044	Refinería
Carolina	186,076	Fuentes menores
Cataño	30,071	Granos, fuentes men.
Fajardo	40,712	Trasfondo
Humacao	59,035	Farmacéutica
Guayama	44,301	Petroquímica

<sup>4</sup> mg/m<sup>3</sup> = Miligramos por metro cúbico

Guaynabo	100,053	Granos, asfalto
Manatí	45,409	Farmacéuticas
Ponce	186,475	Cemento
Río Grande	52,362	Trasfondo
San Juan	434,374	AEE
Toa Baja	94,085	AEE
Yabucoa	46,384	AEE

Se han establecido diferentes itinerarios de muestreo dependiendo del propósito del estudio. Para materia particulada se utilizan muestreos diarios, cada dos, tres o seis días en intervalos de 24 horas. Para los contaminantes de dióxido de azufre, monóxido de carbono, ozono, dióxido de nitrógeno se utilizan muestreos continuos las 24 horas al día. La localización de las estaciones de muestreo se encuentra en la tabla titulada *Descripción de la Red de Monitoría de Calidad de Aire 1997*. Las coordenadas X y Y son los puntos exactos para localizar las estaciones de muestreo en el mapa topográfico. Las estaciones de muestreo están clasificadas como Estaciones de Calidad de Aire Estatales y Locales (SLAMS). Estaciones de Calidad de Aire Nacionales (NAMS) y/o Estaciones de Muestreo para Propósitos Especiales (SPM). La red SLAMS, NAMS, y SPM fueron designadas para cumplir con los siguientes objetivos:

1. Determinación de concentraciones máximas esperadas en el área.
2. Determinación de concentraciones representativas de alta densidad poblacional.
3. Determinación del impacto en los niveles de contaminación ambiental de fuentes significativas o categoría de fuentes.
4. Determinación de niveles de concentraciones como trasfondo histórico general.

A continuación se presenta la descripción de la Red de Monitoría de Calidad de Aire.

## DESCRIPCIÓN DE LA RED DE MUESTREO AL 2000

Número de JCA	Municipio	Dirección	Coordenadas		Parámetro
			Metros UTM X	Y	
2	Barceloneta	Bo. Tiburones	136.8	66.6	18°:25:57/ 66°:34:55 PM <sub>10</sub> ug/m <sup>3</sup>
6	San Juan	U.P.R.	192.6	63.2	18°:24:14/66°:03:10 CO - ppm
7	Guaynabo	U.S.G.S # 652/186.0	65.2	65.2	18°:25:29/66°:06:59 PM <sub>10</sub> - ug/m <sup>3</sup>
9	San Juan	O.C.A.P	191.1	67.9	18°:26:50/66°:04:03 CO - ppm
11	San Juan	Esc. Pedro Carlos /188.9/64.8/18°:25:08/66°:05:15 Timothee Pto. Nuevo			NO <sub>x</sub> -pp
15	Guayama	Esc. 2 <sup>nd</sup> Unit . Bo.Jobos	180.8	13.8	17°:57:26/66°:09:56 PM <sub>10</sub> - ug/m <sup>3</sup>
22	Fajardo	Faro	238.5	61.0	18°:23:00/65°:37:10 PM <sub>10</sub> - ug/m <sup>3</sup>
24	Guaynabo	Subestación Ave. Ponce de León Bo. Amelia	186.0	66.5	18°:26:22/66°:06:54 PM <sub>10</sub> - ug/m <sup>3</sup>
28	Yabucoa	Esc. José F. Cintrón/211.6/24.3/18°:03:10/65°:52:30/ Facundo Cintrón St.			SO <sub>2</sub> ppm
30	San Juan	Tapia & Degetau Ave. Baldorioty	192.5	68.2	18°:26:57/66°:03:11/PM <sub>10</sub> μg/m <sup>3</sup>
33	Bayamón	Fort Buchanan/184.0/64.2/18°:24:46/66°:07:58/			SO <sub>2</sub> - ppm
35	Carolina	Estación de Bomberos	201.8	63.2	18°:24:13/65°:58:00 PM <sub>10</sub> - ug/m <sup>3</sup>
36	Manatí	Cementerio Municipal	145.7	67.1	18°:26:27/66°:29:52 PM <sub>10</sub> - ug/m <sup>3</sup>
37	Bayamón	Cárcel Regional/182.3		64.7	18°:25:00/66°:09:03SO <sub>2</sub> - ppm

## DESCRIPCIÓN DE LA RED DE MUESTREO AL 2000

Número de JCA	Municipio	Dirección	Coordenadas		Parámetro
			Metros UTM X	Y	
39	Barceloneta	Centro Comunal Calle Núm. 1	136.9/ 66.8/18°:26:10/66°:34:50/		SO <sub>2</sub> ppm
40	Cataño	Núm. 9 Final CalleLas Vegas	183.2/66.8/18°:25:50/66°:08:32/		SO <sub>2</sub> - ppm PM <sub>10</sub> - ug/m <sup>3</sup>
42	Cataño	Parcel Post Annex	182.7/68.1/18°:27:20/66°:08:25/		PM <sub>10</sub> -ug/m <sup>3</sup>
44	Río Piedras	Terminal de Guaguas de Capetillo	193.3/62.9/18°:24:07/66°:02:47/		PM <sub>10</sub> - g/m <sup>3</sup>
45	Río Grande	Esc. Casiano Cepeda Rd. 959	213.5/58.7/18°:21:45/65°:51:20/		PM <sub>10</sub> - g/m <sup>3</sup>
46	Manatí	Paseo del Poeta	146.9/65.9/18°:25:58/66°:29:12/		PM <sub>10</sub> - g/m <sup>3</sup>
47	San Juan	Terminal Covadonga	186.1/70.0/18°:27:58/66°:06:48/		PM <sub>10</sub> - g/m <sup>3</sup>
49	Cataño	Urb.Mansiones	181.2/66.8/18°:26:10/66°:09:42/		NO <sub>x</sub> ,O <sub>3</sub> /ppm
50	Bayamón	Ave. Lomas Verdes/ Sta. Juanita	180.9/60.6/18°:22:15 / 66°:09:45/		PM <sub>10</sub> - ug/m <sup>3</sup>
51	Bayamón	Esc.Dávila Semprít./	180.9/63.3/18°:24:15/66°:09:55/		PM <sub>10</sub> - ug/m <sup>3</sup>
53	Humacao	Esc. Víctor Rincón /	219.0/35.5/18°:09:10 / 65°:49:45/		PM <sub>10</sub> - ug/m <sup>3</sup>
56	Ponce	Civil Defense	180.3/66.3/18°:00:32 / 66°:37:40/		PM <sub>10</sub> - ug/m <sup>3</sup>

## **Definición de los contaminantes muestreados y sus efectos en la salud y en el ambiente**

### **BIÓXIDO DE AZUFRE**

#### **Definición**

Es un gas incoloro considerado uno de los contaminantes principales, a pesar de tener una toxicidad relativamente baja. Sin embargo en la presencia de otros contaminantes, como materia particulada, metales tóxicos (plomo y cadmio), etc., puede ser perjudicial a la salud humana. Bióxido de azufre en el ambiente se produce principalmente de la combustión de carbón y aceite en fuentes estacionarias, fábricas de metales, refinerías, fábricas de papel y cartón e industrias de fundición de metales no ferrosos.

#### **Efectos**

Los síntomas principales en la salud asociados a la exposición de altas concentraciones de bióxido de azufre son: cambios en la respiración, problemas respiratorios, cambios en el sistema de defensa de los pulmones que se agudizan en personas con desórdenes cardiovasculares y pulmonares. Los subgrupos de la población más susceptibles al SO<sub>2</sub> son los asmáticos, individuos con condiciones pulmonares crónicas (como bronquitis y enfisema) y con daños cardiovasculares. Niños y personas de edad avanzada también pueden ser afectados. El SO<sub>2</sub> puede causar daño al follaje de los árboles y a la agricultura. Este y los óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) son los mayores precursores de la lluvia ácida, la cual está asociada con la acidificación de lagos y ríos, acelera la corrosión de edificios y monumentos y deteriora la visibilidad.

Los resultados de bióxido de azufre son medidos por muestreo de forma continua y automatizada desde el año 1979. En los métodos continuos las medidas representan las concentraciones de SO<sub>2</sub> en la muestra de aire.

Los analizadores utilizados son de la marca "THERMO-ELECTRON - (TECO 43) Fluorescent Ultraviolet Light". Estos son los analizadores de SO<sub>2</sub> más aceptados y su técnica no se basa en consumo de gas. Los datos se recopilan en dos fuentes principales: gráficas (strip chart) y módulos de almacenamiento (storage module).

#### Principios de Operación

El método de análisis utiliza la detección de una característica, en este caso, la fluorescencia liberada por las moléculas de SO<sub>2</sub> cuando son irradiadas por la luz ultravioleta (UV). Esta luz fluorescente está en la región ultravioleta del espectro de luz, pero con un largo de onda diferente al que está presente donde incide la radiación. Los largos de ondas normalmente muestreados se encuentran entre 190 y 230 nanómetros (nm).

En esta región del espectro se suprimen pequeñas cantidades de la fluorescencia producidas por las moléculas en el aire. La luz emitida por los tipos de azufre es detectada por un tubo foto multiplicador utilizando componentes electrónicos, que a la vez produce un voltaje equivalente a la intensidad de la luz y a las concentraciones de SO<sub>2</sub>.

## **MONOXIDO DE CARBONO**

### **Definición**

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 se 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 infrarroja es una característica de diversos gases y vapores que hace posible su detección y análisis en instrumentos de muestreo continuo. El monóxido de carbono (CO) por sus características de absorción hace posible el muestreo directamente por absorción infrarroja.

Los analizadores que utiliza la Junta de Calidad Ambiental (JCA) para medir concentraciones de CO continuamente y automatizados son el THERMO - ELECTRON (TECO 48) - NON DISPERSIVE INFRARED.

### **Principios de Operación**

El método de análisis de Radiación Infrarroja no Dispersa utiliza específicamente la técnica de " Gas Filter Correlation Spectroscopy " (GFC). Esta técnica ofrece una ventaja sobre las técnicas convencionales porque produce resultados altamente sensitivos y específicos. La técnica de GFC compara el espectro de absorción infrarroja del gas que se mide contra otros gases presentes en la muestra. Se realiza filtrando la radiación infrarroja transmitida por el analizador mediante una muestra con una concentración alta del gas que se mide, en este caso monóxido de carbono.

**Efectos**

El monóxido de carbono entra a la sangre y reduce el envío de oxígeno a los tejidos y órganos del cuerpo. La amenaza del CO a la salud es mayor en personas que padecen enfermedades cardiovasculares, en particular aquellas con angina o enfermedades vasculares periferales. Individuos saludables también son afectados, pero en casos de altos niveles de CO. Exposición a altas concentraciones de CO son asociadas con: daños al sistema de percepción visual, disminución en la capacidad para realizar trabajos y destrezas manuales, y en la habilidad para aprender y realizar tareas complejas.

**OZONO****Definición**

Es un oxidante fotoquímico y el principal componente del humo. El ozono sobre la atmósfera es beneficioso para la vida porque filtra a la tierra de la radiación ultravioleta del sol; perjudicial para la salud. El ozono no se emite directamente al aire, sino que es formado de reacciones químicas complejas entre emisiones precursoras de compuestos orgánicos volátiles y óxidos de nitrógeno en presencia de la luz solar. Estas reacciones son estimuladas por la luz del sol y la temperatura en niveles altos de ozono que ocurren durante los períodos más calientes del año. Los compuestos orgánicos volátiles y óxidos de nitrógenos 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.

## Efectos

Niveles de ozono en el ambiente no solo afectan a las personas con desórdenes en el sistema respiratorio, sino también a niños y adultos saludables. La reactividad de O<sub>3</sub> causa problema a la salud porque: ocasiona daños a los tejidos de los pulmones, reduce las funciones pulmonares y la sensibilidad de éstos a otros irritantes.

Se ha encontrado que la exposición a O<sub>3</sub> por períodos de tiempos de 6 a 7 horas, en concentraciones relativamente bajas, reduce significativamente la función normal de los pulmones en personas saludables expuestas a ejercicios moderados. Esta reducción en las funciones está acompañada por síntomas como: dolor en el pecho, tos, náuseas y congestión pulmonar.

La exposición continua durante meses y años puede causar daños permanentes en la estructura de los pulmones, acelera la pérdida de las funciones y el envejecimiento de éstos. Ozono es el responsable de que cada año se pierdan billones de dólares en la agricultura en cosechas de árboles y el causante de notables daños en el follaje en algunas cosechas y en especies de árboles. **Material Particulado PM<sub>10</sub>**

## Definición

Cualquier materia en forma sólida o líquida subdividida en partículas pequeñas (PM<sub>10</sub>) 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, carbón elemental. Estas partículas como: polvo, hollín, humo y gotas de líquidos 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 y compuestos orgánicos volátiles también se consideran materia particulada.

### Efectos

Basados en estudios de población humana expuestas a altas concentraciones de partículas (frecuentemente en presencia de bióxido de azufre) y en estudios de laboratorios con animales y humanos; los principales efectos adversos observados son: en el sistema respiratorio los cuales se agudiza en pacientes que padecen desórdenes respiratorios y cardiovasculares, altera el sistema de defensa del cuerpo, produce daños a los tejidos de los pulmones, puede causar cáncer y muerte prematura. 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.

En 1971, la Agencia de Protección Ambiental publicó los Estándares Nacionales de Calidad de Aire para Materia Particulada Total Suspendida. El método para muestrear este particulado fue de alto volumen (□high volume□ por sus siglas en Inglés). El particulado que se colectaba tenía un tamaño de 25 a 45 micrones<sup>6</sup>. Este **estándar primario** era de  $260 \mu\text{g}/\text{m}^3$  para 24 horas de concentración y se permitía una excedencia al año, y un estándar anual de  $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . El **estándar secundario** era de  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$  para 24 horas de concentración y tampoco podía excederse más de una vez al año, y un estándar anual de  $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

En 1987, la Agencia, vuelve a revisar las normas de calidad de aire por la evidencia presentada de estudios epidemiológicos que demostraron efectos en morbilidad y mortalidad a los niveles más bajos que los estándares vigentes. Es en el 1987 que se sustituye el estándar de materia particulada total suspendida por el estándar de materia particulada fina conocida como  $PM_{10}$  con un tamaño aerodinámico de 10 micrones o menos. El nuevo estándar primario de 24 hrs. de concentración es de  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y el estándar anual es de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . El estándar secundario es el mismo que el primario.

### **Caracterización de materia particulada fina<sup>7</sup>**

Las partículas en la atmósfera se originan de diferentes fuentes. Tienen diferentes efectos a la salud y diferentes comportamientos y propiedades. Algunas partículas son líquidas, sólidas y otras son sólidas rodeadas de líquido. Las partículas que surgen por la combustión de las termoeléctricas o de los automóviles pueden tener un tamaño de 0.01 hasta 1 micrón. Los procesos fotoquímicos producen un particulado con un tamaño de 0.05 a 2 micrones. Los particulados que transporta el viento como el polen, polvo, fragmentos de plantas, particulado de cemento tienen un tamaño de 2 micrones o más.

El material particulado se clasifica como primario o secundario. Las partículas primarias son aquellas que se emiten directamente a la atmósfera en forma de partículas mientras que las secundarias se forman en la atmósfera. Partículas primarias generadas por la combustión son cenizas, hollín, polvo levantado por el viento y el salitre. Las partículas

---

<sup>6</sup>Micrones: milésima de milímetro

<sup>7</sup>Controlling Fine Particulate Matter Under the Clean Air Act

con un tamaño mayor a 10 micrones se depositan en la superficie dentro de pocas horas después de su emisión y casi siempre tienen impacto local .

Las partículas secundarias se forman por la condensación de vapor y/o por vapores generados como resultado de reacciones químicas que envuelven particulados precursores en la fase gaseosa. Estos particulados secundarios a su vez pueden formar otros particulados o añadir particulados a los existentes.

Los dióxidos de azufre, amonía y óxidos de nitrógeno son precursores de ácido sulfúrico, bisulfito de amonía, sulfato de amonía, ácido nítrico y nitrato de amonía. Las partículas secundarias toman varias horas o días en formarse y tienen un tamaño entre 0.1 y 1 micrón.

Las partículas que están formadas como resultado de las actividades realizadas por el hombre se les conoce como antropogénicas y las que se forman de fuentes naturales se les conoce como biogénicas y ambos pueden ocurrir por procesos primarios y secundarios. Entre las fuentes primarias antropogénicas se incluyen el polvo de las carreteras y la combustión por combustible fósil. A continuación se presenta una tabla en donde se indican las concentraciones máximas y promedios anuales del contaminante materia particulada. Una representación gráfica de las mismas las puede encontrar en el apéndice 1.

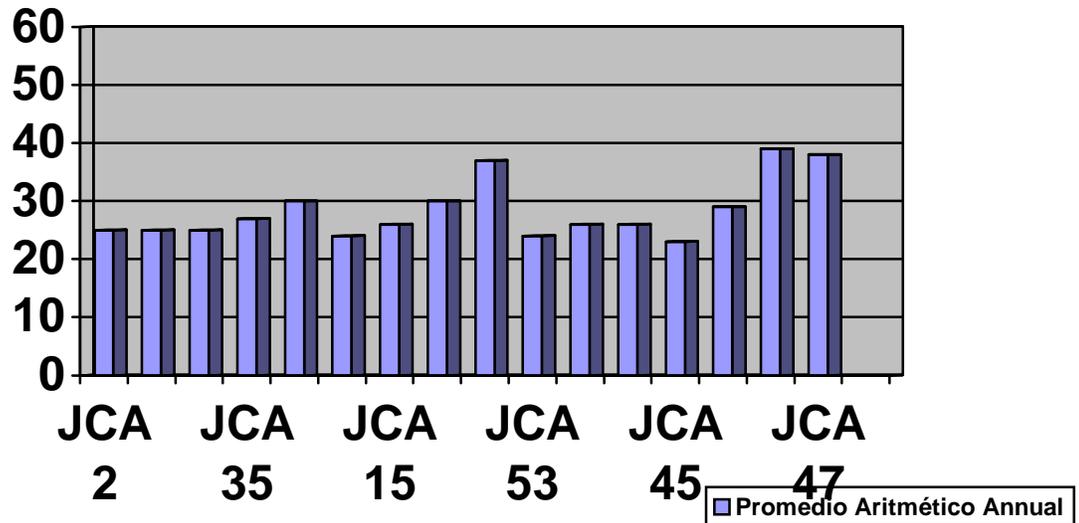
Resultados de Muestreos de Estaciones de PM<sub>10</sub> 2000

Municipio	Estación	Máxima 24 Hrs	Prom. Arit. Anual
Barceloneta	JCA #2	92	25
Bayamón	JCA #33	95	25
	JCA #51	91	25
Carolina	JCA #35	94	27
Cataño	JCA #40	101	30
Fajardo	JCA #22	87	24
Guayama	JCA #15	94	26
Guaynabo	JCA #7	99	30
	JCA #24	107	37
Humacao	JCA #53	87	24
Manatí	JCA #36	91	26
	JCA #46	92	26
Ponce	JCA #56	94	40
Río Grande	JCA #45	95	23
San Juan	JCA #44	79	29
	JCA #30	101	39
	JCA #47	87	38

Para mejor visualización de las tendencias de este contaminante vea la siguiente gráfica .

**2000-PROMEDIOS ANUALES DE PM 10 EN µg/m3**

Concentración



Estándar anual 50 µg/m3

**Muestras Realizadas para los Principales Contaminantes**

**Bióxido de Azufre**

Para el 2000, hay 4 estaciones que muestrean bióxido de azufre en Puerto Rico. La distribución y localización de éstas fue determinada en años anteriores.

Al observar los datos registrados en todas las estaciones se determina que estuvieron por debajo de sus respectivas normas nacionales establecidas a largo y a corto plazo.

**Resultados de Muestras de Estaciones de SO<sub>2</sub>, 2000**

Municipio	Estación	Max. Bloques de 3 Horas	Max. Bloques de 24 Hrs.
Barceloneta	JCA #39	0.018	0.016
Bayamón	JCA #33	0.230	0.059
	JCA #37	0.045	0.015
Cataño	JCA #40	0.169	0.070

Estándares:

Máx. bloques 3 hrs. : 0.5ppm

Máx. Bloques 24 hrs.: 0.14 ppm

### Monóxido de Carbono

Para el 2000 hay 3 estaciones de monóxido de carbono. La ubicación de estas estaciones también fue determinada en años anteriores y todas están localizadas en el área metropolitana. Estas estaciones al igual que las de bióxido de azufre reflejaron resultados que están por debajo de las normas nacionales establecidas. A continuación se presentan los datos obtenidos en cada una de las estaciones para el 2000.

### Resultados de Muestreos de Estaciones de CO, 2000

Municipio	Estación	Prom. Max. 1 Hr.	Prom. Max. 8 Hrs.
Río Piedras	JCA #6	4.4	2.6
Santurce	JCA #9	10.8	6.1
San Juan	JCA #30	9.6	6.3

Estándar:

Máx. 1hr. concen.: 35 ppm

Máx. de 8 hr de concen: 9 ppm

### Ozono

La medida del ozono en la atmósfera es un proceso complicado y existen varios métodos de hacerlo. Uno de los más utilizados es la reacción químicaluminiscente (*chemiluminescent*) del ozono con el etileno, que es el método que utiliza la Junta de Calidad Ambiental. Por lo complicado del proceso, la Junta posee sólo una estación en Puerto Rico. Su ubicación fue determinada en el 1997 y fue en la Urbanización Mansiones de Cataño. Se consideró los factores ambientales necesarios para establecer la misma.

También esta estación reflejo resultados por debajo de la norma nacional establecida.

### Resultados de Muestreos de Estaciones de Ozono, 2000

Municipio	Estación	Prom. Max. 1 Hora <sup>8</sup>
Cataño	JCA #49	0.114

### Bióxidos de Nitrógeno

Es un gas ligero color marrón y es uno de los componentes principales de la contaminación urbana. Óxidos de nitrógeno usualmente provienen como resultado de las altas temperatura de los procesos de combustión; tales como: de los automóviles y plantas de generación. NO<sub>2</sub> juega un papel importante en las reacciones atmosféricas que generan el ozono. Algunos calentadores y estufas de gas producen cantidades

<sup>8</sup> Norma Nacional 0.12 ppm

sustanciales de NO<sub>2</sub>. La medida del bióxido de nitrógeno en la atmósfera es un proceso complicado y necesita un equipo analítico sofisticado. La Junta para determinar la presencia de NO<sub>2</sub> utiliza un instrumento analítico que mide óxidos de nitrógeno en niveles de sub partes por billón.

Al examinar los resultados registrados por la estación de muestreo se observa que estos están por debajo del estándar establecido.

### Resultados de Muestreo de la estación de Bióxido de Nitrógeno 2000

Municipio	Estación	Promedio Anual Aritmético <sup>9</sup>
Cataño	<b>II. JCA #11</b>	0.008

En general la calidad del aire en Puerto Rico en el 2000, de acuerdo con los datos registrados en las estaciones de muestreo, estuvo dentro de los parámetros permitidos y la alteración de su composición natural ha sido mínima. Por otro lado, las concentraciones altas de PM<sub>10</sub>, durante el 2000 fueron influenciadas por el fenómeno de la bruma que afecta todos los años a Puerto Rico durante los meses de abril a septiembre. Esto es un ejemplo de fenómenos naturales que alteran la calidad del aire y dan origen a lo que se denomina contaminación natural. Estos son eventos que el ser humano no puede controlar.

## RESUMEN DE CALIDAD DE AIRE PARA

<sup>9</sup> Norma Nacional 0.053 ppm

**MATERIA PARTICULADA FINA PM 2.5****Medidas en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$** 

LOCALIZACIÓN	VALORES MÁXIMOS DE 24 HRS. DE CONCENTRACIÓN		PROMEDIO ANUAL
	PRIM. MÁXIMA	SEG. MÁXIMA	
Bayamón JCA # 63 Esc. Juan Morel Campos	28.7	22.9	7.3
Fajardo JCA # 22 El Faro	24	15.9	5.1
Guayama JCA # 15 Bo. Jobos	24.8	21.7	7.3
Guayanilla JCA # 57 Carr. 377 Bo. Quebrada	27.6	14.6	6.8
Guaynabo JCA # 24 Subestación Eléctrica	22.4	18.7	9.4
Lares JCA #60 Escuela La América	22.6	17.1	6.0
Mayaguez JCA # 58 Esc. Luis Llorens Torres	18.7	16.4	7.7

**RESUMEN DE CALIDAD DE AIRE PARA  
MATERIA PARTICULADA FINA PM 2.5  
Medidas en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$**

LOCALIZACIÓN	VALORES MÁXIMOS DE 24 HRS. DE CONCENTRACIÓN		PROMEDIO ANUAL
	PRIM. MÁXIMA	SEG. MÁXIMA	
Ponce JCA #56 Defensa Civil	37.1	24	7.7
San Juan JCA # 30 Ave. Baldorioty De Castro	29.3	27.6	9.8

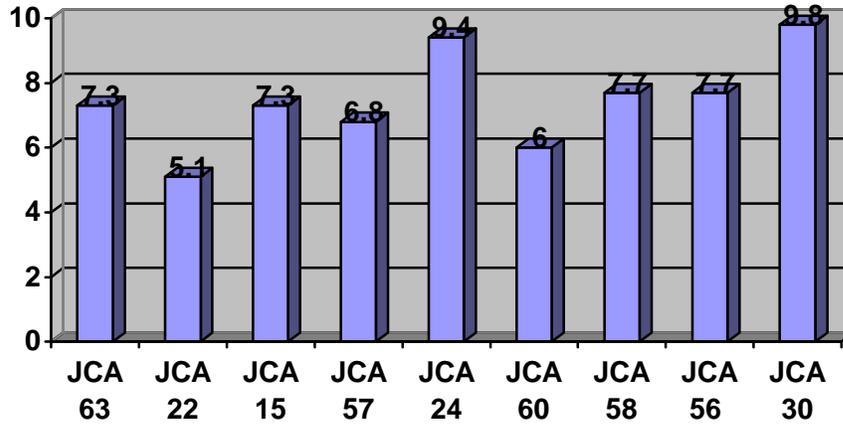
**Estándar de 24 Hrs. :  $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$**

**Estándar anual:  $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$**

Al analizar los datos que presentan ésta tabla, se observa que los resultados de las estaciones ubicadas en Guaynabo y San Juan son las que más se acercan al estándar anual. Guaynabo presenta un 63% del estándar anual y un 34% del estándar de 24 horas de concentración. Sin embargo en San Juan el caso es diferente ya que es más alta la concentración anual. Éste presenta un 65% del estándar anual y un 45% del estándar de 24 horas. Refiérase a la gráfica para una mejor representación del comportamiento de éste contaminante. En el 2000 no se han excedido los estándares para materia particulada fina, por lo cual se puede afirmar que la calidad del aire, en cuanto a ese contaminante se refiere, se mantiene dentro de los límites aceptables.

**2000-PROMEDIOS ANUALES DE PM 2.5 EN µg/m3**

Concentración



Estaciones

Estándar anual: 15 µg/m<sup>3</sup>

**PM10  
PORCIENTO DE CAMBIO DURANTE EL 2000 VS. 1999  
PROMEDIOS ARITMÉTICOS**

Estación	2000	1999	% de Cambio
Barceloneta	25	21	+12
Bayamón	25	23	+8
Carolina	27	26	-3
Cataño	30	29	+3
Fajardo	24	27	-12.5
Guayama	26	27	-3.8

Guaynabo	37	39	-5
Humacao	24	23	+4
Río Grande	23	21	+8.7
Río Piedras	29	36	-24
San Juan	39	50	-28

### PROYECTO ESPECIAL EN EL 2000: EL ÍNDICE AMBIENTAL

Históricamente la Junta de Calidad Ambiental ha colectado información ambiental sobre varios contaminantes a través de la Red de Muestreo Permanente de Aire, pero no ha sido posible hacerla disponible al público de forma inmediata. El sistema y los procedimientos actuales no proveen para que los datos colectados sean informados inmediatamente que se reciben. En coordinación con las Divisiones de Muestreo de Aire, Validación y Manejo de Datos y la Oficina de Control de Calidad, se diseñó el sistema de telemetría para poder realizar la recolección de datos de materia particulada continua. Con esta estructura formada se calcula diariamente el Índice Ambiental (IA).

El IA incorpora el valor de 24 hrs. de PM10 dentro de un índice. Las escalas del IA se dividen en categorías relacionadas a la salud. Tiene la ventaja de que es fácil de entender. A continuación las escalas del Índice. Si el Índice se encuentra dentro de las siguientes escalas la calidad del aire está buena, moderada, insalubre, muy insalubre o peligrosa.

<b>Índice entre:</b>	<b>la calidad de aire es :</b>
0 - 50	Buena
51 - 100	Moderada
101 - 150	Insalubre
151 - 200	Muy Insalubre
201 - en adelante	Peligrosa

En general la calidad de aire para el 2000 se considera buena

## INVENTARIO DE EMISIONES

### Importancia del Inventario de Emisiones

El inventario de emisiones es indispensable en el desarrollo de las estrategias de control y de las áreas de mantenimiento. Se utiliza como indicador de los cambios en la calidad del aire. La Ley de Aire Limpio del 1990, según enmendada, define el inventario de emisiones como: “una herramienta clave en determinar áreas de logros y mantenimiento de los estándares nacionales de calidad de aire”. Las áreas geográficas del inventario pueden estar definidas por distritos divididos políticamente, por pueblos, por cuencas geográficas, por categoría de fuentes entre otros. También se pueden definir por cuencas que presentan los mismos problemas ambientales. El tipo de inventario determina exactamente el área geográfica estudiada.

La información de las emisiones que se incluyen en el inventario pueden ser emisiones medidas directamente, calculadas al utilizar los factores de emisión y en algunas ocasiones son emisiones permitidas generadas de la información del permiso.

### Fase de Planificación en el Inventario de Emisiones

- § plan formal
- § recolección de datos
- § análisis y validación de los datos
- § manejo y formatos de la información
- § documentación e informes

**Usos del inventario de emisiones**

- § estudios de calidad de aire
- § desarrollo de estrategias de control
- § evaluar progreso y efectividad de las políticas públicas
- § modelos de dispersión
- § se utiliza como indicador de cambios en la calidad de aire
- § es una herramienta clave en el logro y mantenimiento de los estándares de calidad de aire
- § determinar políticas públicas y reglamentaciones
- § para demostrar cumplimiento del Plan de Implantación Estatal
- § generar informes sobre tendencias anuales
- § diseño de redes de monitoría
- § determinar cargos por emisión de contaminantes
- § determinar las prioridades en las actividades de inspecciones

La siguiente tabla presenta una relación de las emisiones actuales que informaron las industrias mayores catalogadas como fuentes Título V para el año 2000. Esta información es el resultado del inventario de emisiones que maneja el Programa Mejoramiento de Calidad de Aire.

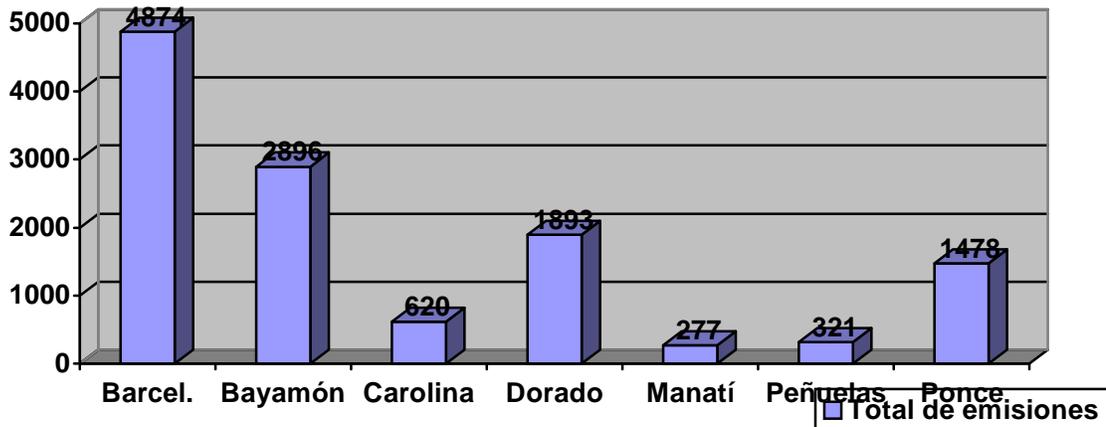
**TOTAL DE EMISIONES ACTUALES GENERADAS  
POR LAS FUENTES MAYORES TITULO V  
AÑO 2000**

<b>PUEBLO</b>	<b>NOMBRE</b>	<b>TOTAL</b>
Barceloneta	Nycomed PR Inc	97
	Pfizer Pharm.	399
	Brystol Myers	104
	Abbot Chemical	3,574
	Merck Sharp.	174
	Farmacia (Up John)	526
Bayamón	Goya	65
	Caribbean Gulf	2831
Carolina	Eli Lilly Ind.	532
Carolina	Eli Lilly Ind.	532
Ceiba/Roosevelt Roads	189 Crown Corp.	88
Dorado	San Juan Cement	1,893
Guayama	Ball Corp.	93
Humacao	Bristol Squibb Mfg	166
Las Piedras	Schering Plough	237
Manatí	Schering Plough	228
	Safety Kleen	49

**TOTAL DE EMISIONES ACTUALES GENERADAS  
POR LAS FUENTES MAYORES TITULO V  
AÑO 2000**

PUEBLO	NOMBRE	TOTAL
Mayaguez	Cervecería India	94
Peñuelas	Peerless Chemical	143
	CORCO	176
	Gulf Chemical	2
Ponce	Destilería Serrallés	533
	Central Mercedita	945
Vega Alta	Owens- Illinois	555
Yabucoa	PR Sun Oil	7,004

**TOTAL DE EMISIONES POR PUEBLO AL 2000 EN TONELADAS AÑO**



## LOGROS

1. Se otorgaron 11 permisos Título V
2. Se concluyó y sometió a la Agencia de Protección Ambiental (EPA por sus siglas en inglés) el Plan Estatal para reglamentar las emisiones de los sistemas de relleno sanitario.
3. Se concluyó y se sometió a la EPA el Plan Estatal para reglamentar las emisiones de los incineradores de desperdicios biomédicos.
4. Se inició la simulación de emisiones industriales a través de modelos matemáticos.
5. Se iniciaron los trabajos para determinar los niveles actuales de contaminantes atmosféricos en Puerto Rico mediante el uso de modelos matemáticos.
6. Implantación de los estándares para controlar las emisiones de sustancias tóxicas en fuentes mayores y fuentes menores.
7. Se aprobaron 1,074 permisos de construcción y 1,227 de operación.
8. Se cumplió con el itinerario de inspección de las fuentes mayores y menores.
9. Se inició el muestreo de *speciation* para materia particulada.
10. Se generaron los datos meteorológicos para el estudio especial en Vieques y Barranquitas..
11. Se analizaron y validaron los datos de calidad de aire de SO<sub>2</sub>, Nox, CO, O<sub>3</sub>, PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>.
12. Se inició el diseño para obtener los datos de muestreo directamente del sistema de videograbadoras conectadas en el campo.
13. Se modificó la estructura para informar el Índice Ambiental.
14. Se comenzó con el muestreo continuo de materia particulada de 2.5.
15. Se mecanizó el sistema de entrada y distribución de la correspondencia para el uso del personal secretarial.
16. Se mecanizó el sistema de registro de consultas recibidas en el programa de aire.

17. Se actualizó el sistema de seguimiento de querellas y se instaló en las Oficinas Regionales.
18. Se inició la etapa de análisis para la mecanización de la generación de formularios y cartas.
19. Se realizaron 400 inspecciones
20. Se investigaron 144 querellas
21. Se evaluaron 181 documentos ambientales
22. Se realizaron 145 muestreos
23. Se realizó 1 muestreo de chimenea
24. Se realizó un comité de olores
25. Se participó en el estudio especial de Vieques

### **PROYECCIONES**

1. Se planifica expandir la red de muestreo de calidad de aire
2. Desarrollar un inventario de tóxicos de fuentes de área.
3. Concluir el proceso de aprobación de permisos Título V.
4. Completar el panel que compone el Programa de Pequeños Negocios.
5. Se comenzará con el proceso de enmendar el Reglamento para el Control de la Contaminación de Aire.
6. Se realizará una reestructuración del Programa Mejoramiento de Calidad de Aire con miras a lograr una mejor eficiencia.
7. Se comenzará un estudio sobre las emisiones de fuentes móviles en Puerto Rico.
8. Se continuará con las inspecciones en el área de no logro de Guaynabo.