

INTRODUCCIÓN

Cada vez es mayor la preocupación de la ciudadanía ante los problemas de contaminación atmosférica que surgen de los procesos de producción y otras actividades ligadas al desarrollo económico. Esta preocupación se acrecienta a medida que se van revelando nuevos datos sobre los efectos detrimentales que tienen las emisiones de contaminantes a la atmósfera a nivel mundial y cómo éstas están afectando el ya delicado balance existente en los diferentes ecosistemas. A

- esos efectos son muchos y continuos
- los esfuerzos para enfrentar y minimizar los daños que se prevé puedan incidir en la salud de los habitantes del planeta.

La emisión cada vez mayor de contaminantes atmosféricos, como resultado del desarrollo industrial y el crecimiento demográfico ha tenido como consecuencia un aumento en las concentraciones de estas sustancias en el medio ambiente, representando una amenaza para la salud de los seres humanos y para la supervivencia de los demás organismos vivos que comparten nuestro hábitat.

Entre los contaminantes atmosféricos que más están afectando nuestro ambiente están Bióxido de Azufre (SO_2), Bióxido de Nitrógeno (NO_2), Ozono (O_3), Materia Particulada (PM_{10}), Materia Particulada ($\text{PM}_{2.5}$), Monóxido de Carbono (CO) y Plomo.



Además de estos contaminantes, la isla resulta afectada durante ciertos períodos del año por el polvo proveniente del desierto de Sahara y por cenizas del volcán La Soufrière ubicado en la isla de Monserrate en el Caribe oriental.

El área de Calidad de Aire de la Junta de Calidad Ambiental persigue asegurar que las actividades que puedan generar emisiones contaminantes cumplan con los límites establecidos tanto por el Reglamento de Calidad de Aire (RCCA), así como con la Ley federal de Aire Limpio que establece las Normas Nacionales de Calidad de Aire (NAAQS, por sus siglas en inglés) para algunos contaminantes. Para continuar cumpliendo con este propósito de manera efectiva, es fundamental seguir contando con la colaboración de la comunidad regulada y de la ciudadanía en general. Para esto se han desarrollado los siguientes indicadores que facilitan el análisis de la situación del aire en Puerto Rico:

INDICADORES:

1. Índice de Calidad de Aire: Tipo I
2. Concentración de Contaminantes Criterio: Tipo I

ÍNDICE DE CALIDAD DE AIRE

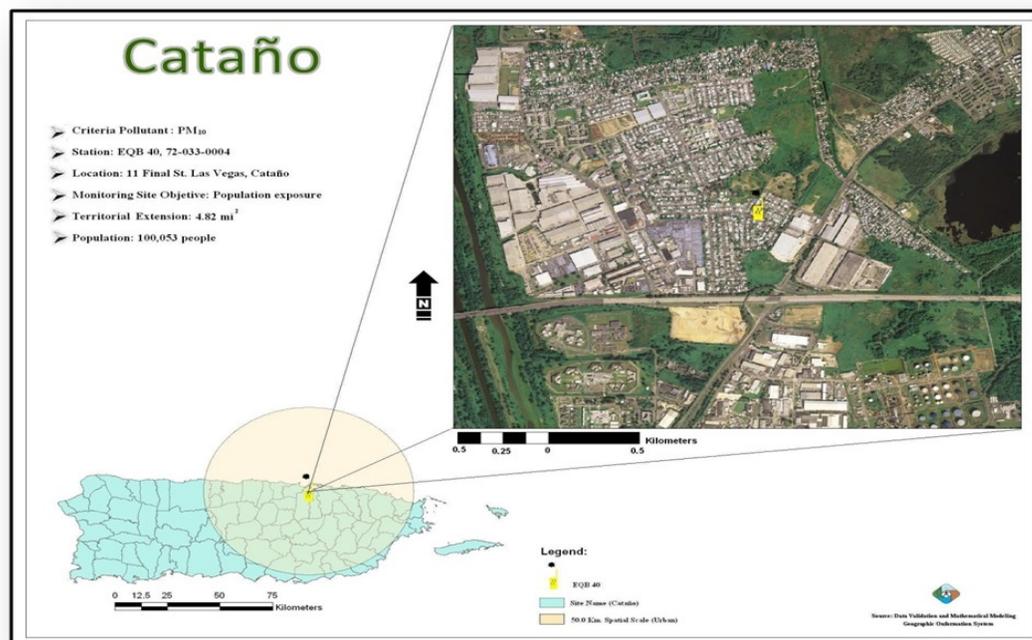
Tipo I

DESCRIPCIÓN

De acuerdo con la Parte 58.50 del 40 CFR (Código de Reglamentación Federal) y el Apéndice G y en cumplimiento con la Regla 107 del Reglamento para el Control de la Contaminación Atmosférica de la Junta de Calidad Ambiental, se reporta el Índice de Calidad de Aire. La División de Validación de Datos y Modelos Matemáticos se encarga de obtener la información, calcular el Índice y divulgarlo a los medios de comunicación.

CONSIDERACIONES TÉCNICAS

El Índice de Calidad de Aire es un mecanismo sencillo y rápido que permite recopilar y divulgar la calidad del aire con relación a un contaminante en particular en cierta zona. Los datos utilizados en este indicador son generados por la Junta de Calidad Ambiental mediante muestreos continuos de aire. Actualmente se utiliza la estación de muestreo continuo para PM₁₀ (materia particulada de 10 micrones o menos) ubicada en el sector Las Vegas en Cataño. Los datos para este indicador se publican diariamente. El Índice de Calidad de Aire se reporta desde el 1999 ininterrumpidamente hasta el presente sujeto a funcionamiento del equipo utilizado para el muestreo.



Según lo establecido, el Índice debe ser reportado en lugares donde la población en zonas urbanas sea mayor de 350,000 habitantes y en zonas rurales mayores de 200,000 habitantes. Esta información debe llevarse al público en general por lo menos cinco días a la semana. La información debe ser una de fácil acceso. Los medios de comunicación locales como la radio, televisión y periódicos se utilizan para divulgar la información. También pueden desarrollarse programas, tales como: grabación en mensajes de teléfonos y página de internet.



Equipo para medir el Índice de Calidad de Aire

El aviso del Índice de Calidad de Aire debe incluir la zona, periodo, contaminante e índice. Cuando el Índice está por encima de 100, es muy importante ofrecer información del estado crítico en el cual se encuentra el ambiente en ese momento. A continuación se presenta el nivel, descripción y color para el Índice de Calidad de Aire.

Valores del Índice

0 - 50

> **Bueno (verde)**. No se espera un impacto a la salud cuando la calidad de aire está en este intervalo.

51 - 100

> **Moderado (amarillo)**. Las personas sensibles deben considerar limitar el ejercicio prolongado en el exterior.

101 - 150

> **Insalubre a los grupos sensibles (anaranjado)**. Aumenta la probabilidad de molestias y síntomas en el sistema respiratorio. Agrava las enfermedades pulmonares como el asma.

151 - 200

> **Insalubre (rojo)**. Aumenta la probabilidad de los síntomas en el sistema respiratorio. Agrava las enfermedades pulmonares como el asma. Aparecen ligeras molestias en la población en general.

201 - 300

> **Muy Insalubre (violeta)**. Aumento significativo en las molestias, síntomas e intolerancias al realizar ejercicios en personas con padecimientos respiratorios. Agrava las enfermedades pulmonares como el asma. Aumentan las dificultades respiratorias en la población en general.

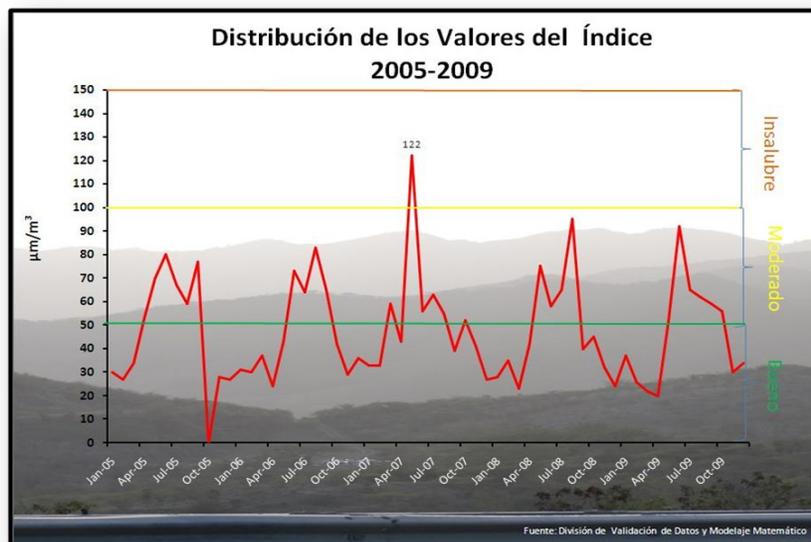
301 - 500

> **Peligroso (marrón)**. Toda persona debe evitar actividades al aire libre. Ancianos, niños y personas con condiciones cardíacas o respiratorias deben permanecer bajo techo y reducir los niveles de actividades.

De acuerdo con los valores índices, se puede concluir que los niveles de la contaminación atmosférica en Puerto Rico con respecto a materia particulada, están dentro de los límites que se considera bueno. Aproximadamente el 93 por ciento de los días, la calidad del aire en Puerto Rico fue buena y un 4 por ciento fue moderada. Con la gran excepción del 2007, que se registró un valor record de 122, ese día la calidad del aire fue insalubre para los grupos sensibles. Este evento fue sin precedente. El mismo ocurrió el 15 de mayo de 2007, cuando la calidad del aire en Puerto Rico se tornó insalubre debido a un aumento record de materia particulada producto de la llegada del polvo del desierto del Sahara.



Los cambios o disminución de los niveles de la calidad de aire son mayormente causados por la presencia de partículas que reducen la visibilidad y empobrecen la calidad del aire. Las nubes de polvo son más comunes durante los meses más calurosos entre abril y septiembre, por lo que durante estos meses la calidad del aire empobrece lo que conlleva a clasificarlos en un nivel mayor dentro de la escala.

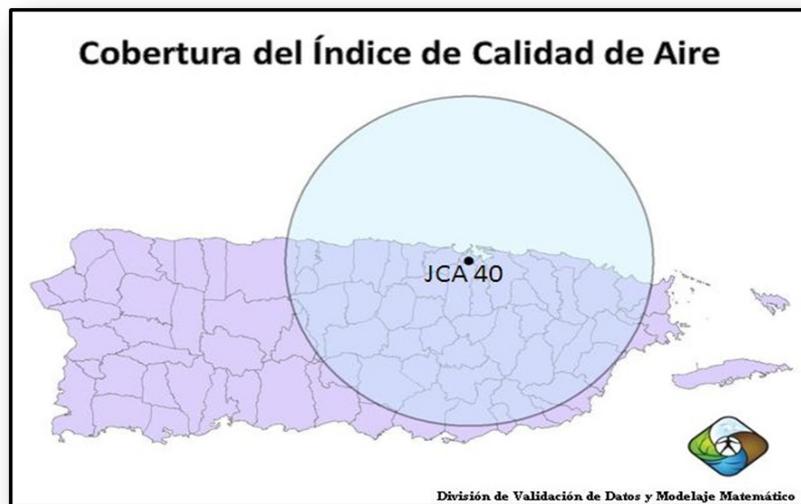


Tal como se puede observar en las gráficas, de los últimos 5 años, el 2008 fue el que menos problemas experimentó con relación a contaminación por materia particulada. Como

mencionamos, el 93% del tiempo se clasificó como bueno y el 4% como moderado durante los últimos cuatro años, pero no se puede afirmar que se trate de un patrón que va a continuar. Los periodos afectados en gran medida coinciden con los eventos del polvo del Desierto del Sahara que recibió la Isla. Las causas de esta contaminación por materia particulada no siempre se originan localmente. Proviene de lugares que quedan a decenas de miles de kilómetros de distancia. No obstante, la JCA se mantiene vigilante para en caso de que se registren aumentos en los niveles de contaminación, notificar inmediatamente a la ciudadanía y recomendar las medidas de protección a seguir.

LIMITACIONES

Una de las principales limitaciones del Índice de Calidad de Aire es que por el momento sólo recoge y reporta información para materia particulada del tamaño de 10 micrones. Así mismo, debido a que se cuenta con la estación localizada de Cataño, y en el Área Metropolitana, el nivel de la contaminación que se percibe en otras áreas como, por ejemplo, el área sur oeste de la Isla, podría ser un tanto distinto del que se registra en municipios que quedan más cerca del Área Metropolitana.



La estación JCA 40 se clasifica urbana y cubre un radio de 50 Km.

CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES

El Índice de Calidad de Aire ha demostrado ser un instrumento práctico para detectar la contaminación y avisar a la ciudadanía cuando hay presencia de materia particulada que sobrepasa los niveles aceptables. Especialmente, resulta de gran utilidad para alertar a sectores de la población con padecimientos respiratorios y que son los más susceptibles a incrementos en los niveles de contaminación atmosférica. Por ello, es altamente recomendable que eventualmente se amplíe la cobertura del Índice a través de otras estaciones ubicadas alrededor de toda la Isla. Utilizar este mecanismo o uno similar para divulgar el Índice de Calidad de Aire para otros contaminantes y que esté al alcance de todos los ciudadanos.

CONCENTRACIÓN DE CONTAMINANTES CRITERIO

Tipo I

DESCRIPCIÓN

La Agencia Federal de Protección Ambiental (EPA) define a los seis contaminantes del aire como *contaminantes criterio*. La agencia establece los niveles permisibles basados en la salud humana y en el ambiente. El conjunto de límites basados en la salud humana se llama norma nacional primaria, mientras el diseñado para prevenir daños ambientales o a la propiedad se llama normas secundarias. Un área geográfica que cumple con la norma se llama un *área de logro*, y la que no cumple con la norma se llama *área de no logro*.

Mediante este indicador se puede evaluar la condición del aire en términos del contaminante criterio, ya que éstos pueden perjudicar la salud, dañar el ambiente y causar daños a la propiedad.

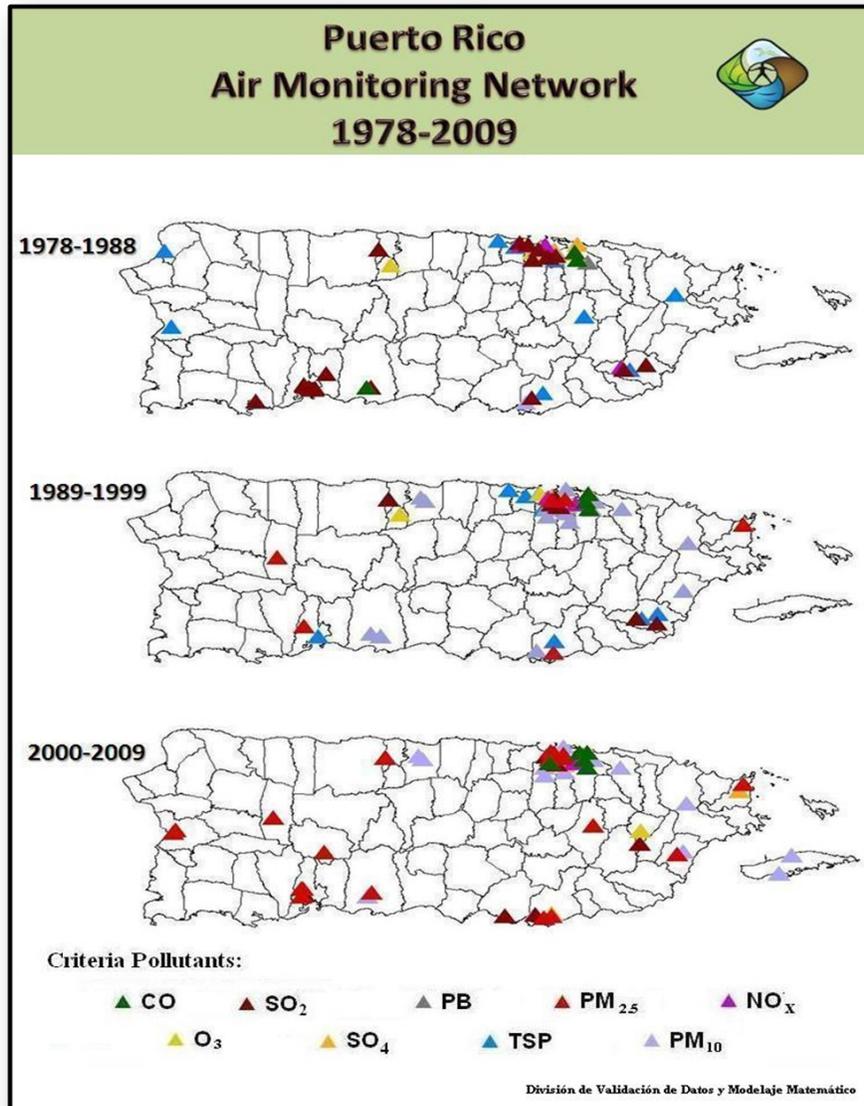
- Los contaminantes criterios son los siguientes: Bióxido de Azufre (SO₂), Bióxido de Nitrógeno (NO₂), Ozono (O₃), Materia Particulada (PM₁₀), Materia Particulada (PM_{2.5}), Monóxido de Carbono (CO) y Plomo.



CONSIDERACIONES TÉCNICAS

Los datos utilizados en este indicador son generados por la Junta de Calidad Ambiental (JCA) mediante sus estaciones de muestreo de aire ubicadas en distintas áreas de Puerto Rico. Las estaciones se ubican de acuerdo a distintos objetivos ya sea por población, puntos de emisión, meteorología o para referencia.

Para el 1979, se desarrolla el programa de muestreo de aire nacional con el propósito de regular los contaminantes criterios, para los cuales la EPA estableció Normas Nacionales de Calidad de Aire bajo el Acta de Aire Limpio. Estas normas expresan a largo plazo, valores de promedios anuales y, a corto plazo, valores de promedios de 24, 8, 3 y 1 hora, lo cual establece el método y frecuencia del muestreo, si es manual o continuo. La validación de los datos se registra anualmente en periodos trimestrales.



BIÓXIDO DE NITRÓGENO, NO₂

El bióxido de nitrógeno es un gas rojo que afecta las vías respiratorias, agrava las enfermedades cardiovasculares, perjudica el crecimiento de plantas, reduce la visibilidad, contribuye a la lluvia ácida y da lugar a la formación de ozono. Es un contaminante primario que proviene de la quema de combustible de industrias, termoeléctricas y las fuentes móviles.

Puerto Rico Datos de Calidad de Aire NO₂ 2007 - 2009

Estación	2007	2008	2009
	Promedio Anual Aritmético	Promedio Anual Aritmético	Promedio Anual Aritmético
05 Cataño	0.0081	----	----
68 Salinas	0.0055	----	----

La Norma Nacional primaria y secundaria de NO₂ establece que el promedio aritmético anual no debe exceder de 0.053 ppm. Para evaluar cumplimiento con las Normas Nacionales para NO₂ se requiere que el valor designado no se exceda más de una vez por año. La tabla contiene los promedios aritméticos de NO₂ para el 2005, 2006 y 2007. Por razones técnicas y administrativas no se han obtenido datos desde el 2008 al presente.

OZONO, O₃

El ozono es un gas que irrita las vías respiratorias y mucosas. Las personas con condiciones cardiovasculares se afectan más que las que tienen problemas respiratorios. Según la concentración y duración de la exposición, puede causar tos, irritación de la faringe, cuello, ojos, afectar la función pulmonar, dolor de cabeza y cansancio.

El ozono consiste de tres átomos de oxígeno y se encuentra en la atmósfera y la estratosfera como capa protectora de los rayos ultravioleta. Es un contaminante secundario que se forma por reacciones químicas catalizadas por radiación solar. Los óxidos de nitrógeno y compuestos orgánicos contribuyen a su formación.

Concentraciones Máximas de Ozono en Partes por Millón

Estación	2007		2008		2009	
	Máx. 1 hr.	Máx. 8 hrs.	Máx. 1 hr.	Máx. 8 hrs.	Máx. 1 hr.	Máx. 8 hrs.
5 Cataño	0.084	0.036	0.098	0.042	0.087	0.039
8 Juncos	0.046	0.035	0.149	0.089	0.188	0.061

Para determinar cumplimiento con las Normas Nacionales de Calidad de Aire, el promedio de la cuarta concentración máxima de los promedios de ocho horas de los últimos tres años no debe exceder 0.075 ppm. La tabla provee el valor designado de ozono capturado en los últimos tres años de muestreo. La estación de Juncos comenzó en octubre del 2007.

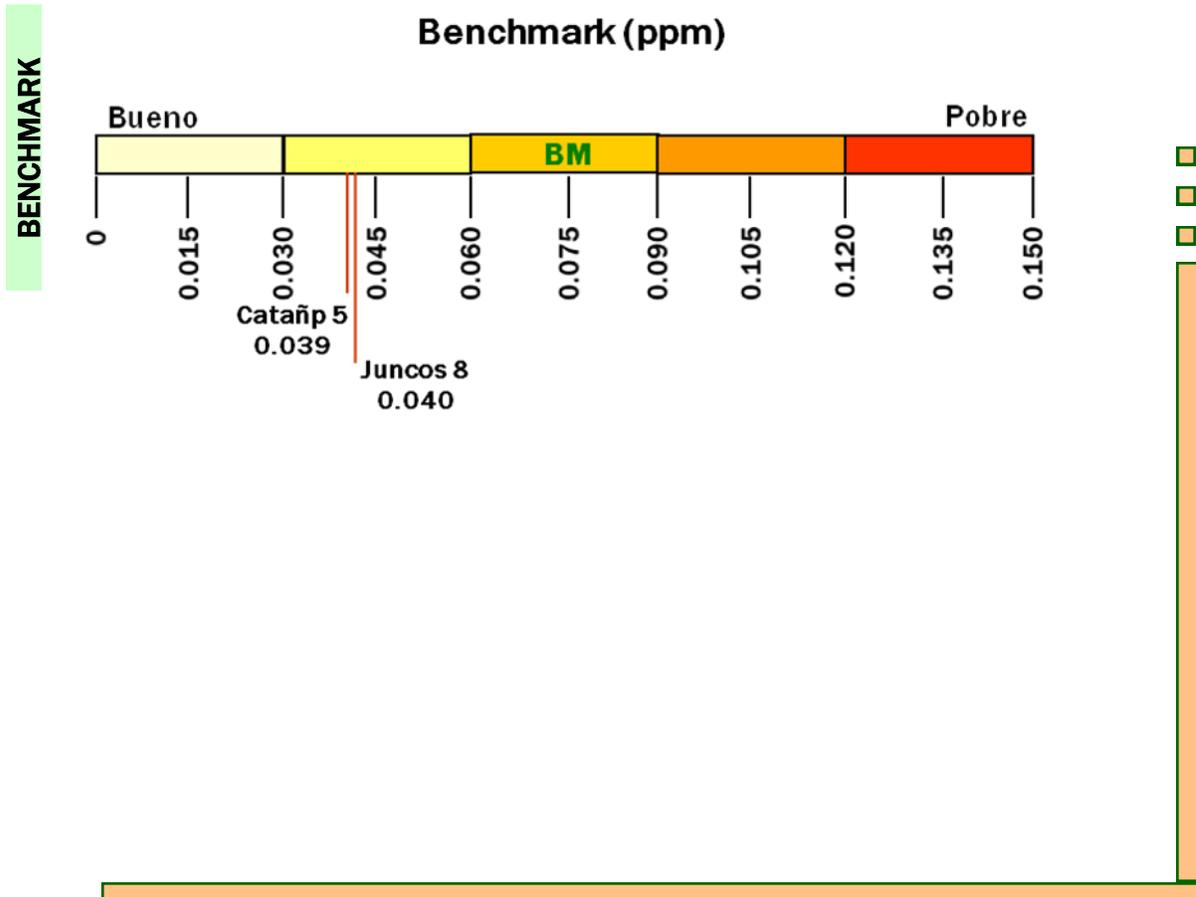
Tabla - Valor Designado de los Últimos Años de Ozono Promedio de 8 Horas

Cataño 5, Valor Designado de los Últimos Años de Ozono Promedio de 8 Hrs.				
Año	% de Captura	2 ^{da}	3 ^{ra}	4 ^{ta}
2009	93	0.038	0.038	0.038
2008	95	0.045	0.044	0.044
2007	96	0.035	0.035	0.034
Promedio	95	0.039	0.039	0.039



Juncos 8, Valor Designado de los Últimos Años de Ozono Promedio de 8 Hrs.				
Año	% de Captura	2 ^{da}	3 ^{ra}	4 ^{ta}
2009	90	0.053	0.046	0.043
2008	94	0.045	0.044	0.044
2007	96	0.035	0.034	0.034
Promedio	93	0.044	0.041	0.040

El valor designado calculado de los últimos tres años de muestreo en Cataño es de 0.039 ppm y para Juncos de 0.040 ppm en un 52 y 53 por ciento respectivamente. El valor designado corresponde al promedio calculado de la cuarta máxima de los tres años estudiados. La cuarta máxima es el cuarto valor más alto de los valores observados. Los datos obtenidos demuestran que Puerto Rico cumple con la norma nacional establecida para Ozono.



MATERIA PARTICULADA TAMAÑO DE 10 MICRONES PM₁₀

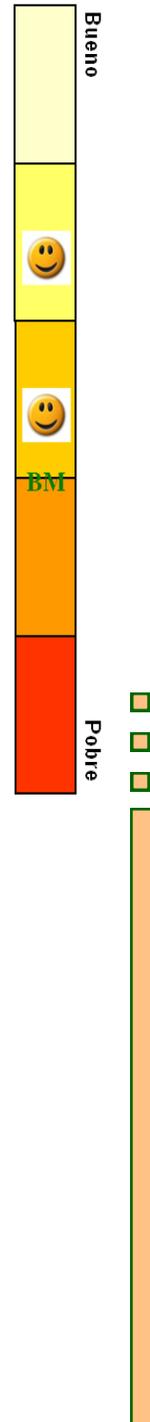
La materia particulada (PM, en inglés), es aquella en forma líquida o sólida que se subdivide en partículas pequeñas, las cuales se pueden dispersar, quedar suspendidas en la atmósfera o ser arrastradas por corrientes de aire u otros gases. El PM₁₀ son partículas sólidas o líquidas suspendidas en el aire con un tamaño hasta 10 micrones.

La materia particulada en el ambiente proviene de una variedad de fuentes y tiene diferentes gamas en cuanto a tamaño y composición. Algunas partículas conocidas como partículas primarias, son emitidas directamente de una fuente, como construcciones, carreteras o caminos sin pavimentar, fuegos (incluyendo incendios forestales), emisiones vehiculares, polvo del Desierto de Sahara, cenizas de volcán y sequías. Algunos problemas de salud causados por la exposición a PM₁₀ son: irritación en los ojos, nariz y garganta, afecta el sistema respiratorio, daño al tejido pulmonar, cáncer y muerte prematura. Los ancianos, niños y personas con enfermedades crónicas del pulmón, influenza o asma tienden a ser especialmente sensitivas a los efectos de la materia particulada.

La concentración de PM₁₀ se obtiene mediante mediciones de muestreo de aire, para lo cual se utilizan equipos especializados tanto para muestreo continuo como intermitente.

Para muestreo continuo se utiliza un equipo llamado *TEOM (Tampered Electronic Oscilating Monitor)* donde las partículas entran a través de unos tubos de aceleración. Las partículas de más de 10 micrones quedan atrapadas y las de 10 micrones o menos continúan hasta el *mass transducer*. En el interior hay un filtro de teflón cubierto con fibra de vidrio a una temperatura de 50°C, el cual es pesado cada dos segundos para obtener una concentración de masa total para calcular promedios de 30 minutos. La Norma Nacional establecida para el Promedio Máximo de 24 Horas es 150 ug/m³.

Para muestreo intermitente o manual se utiliza el *High Volume Size Selective Inlet* que recoge partículas suspendidas hasta con un diámetro igual o menor de 10 micrones y utiliza un filtro inerte de cuarzo.



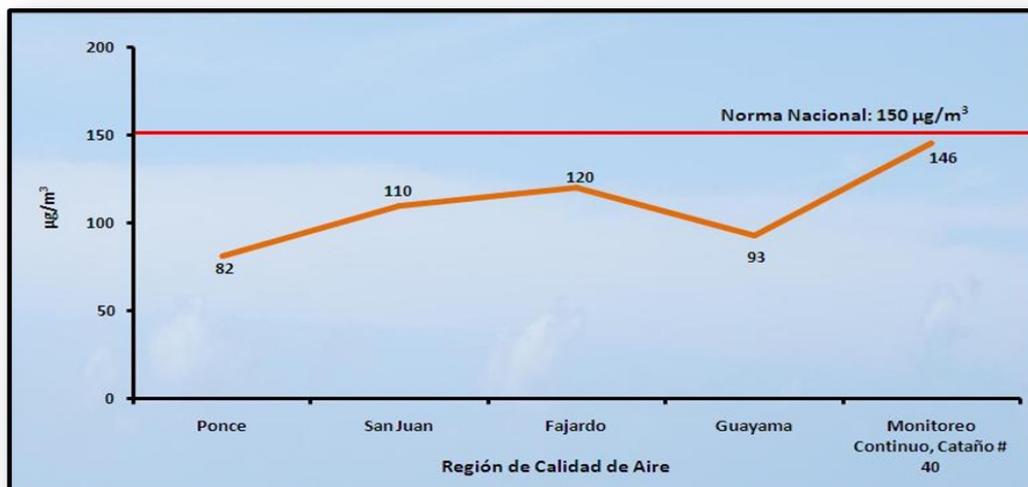
Puerto Rico
Datos de Calidad de Aire PM₁₀
2007 - 2009

Estación	2007		2008		2009	
	Concentración máxima en 24 hrs.	Num. Datos Observados	Concentración máxima en 24 hrs.	Num. Datos Observados	Concentración máxima en 24 hrs.	Num. Datos Observados
7 Guaynabo	*113	108	*95	90	*72	38
15 Guayama	*109	106	*96	70	*74	35
22 Fajardo	*196	343	*96	266	*69	121
24 Guayanbo	*192	323	*109	253	*78	123
30 San Juan	*208	171	*103	86	n/d	n/d
40 Cataño	*197	8533	*102	8437	*138	8284
47 San Juan	*117	60	86	45	n/d	n/d
56 Ponce	*108	105	65	58	*72	33

n/d: no data

*Eventos Naturales

Tabla - Valores Designados por Área PM₁₀

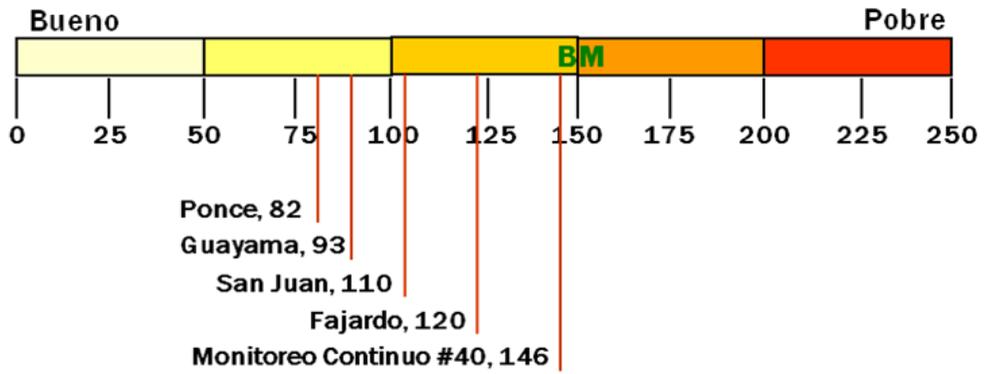


La gráfica muestra los valores designados por área para muestreo de PM₁₀ basado en las estaciones con datos completos disponibles en el período del 2007 al 2009. Estos demuestran que Puerto Rico cumple con las normas nacionales de calidad de aire para este parámetro.

De acuerdo a los valores observados, Cataño obtuvo el valor más alto seguido por Fajardo. Como resultado de los eventos de bruma a través de la región se obtuvieron lecturas sumamente altas, esto indica cuan deteriorado puede tornarse el ambiente con dicho evento.

BENCHMARK

Benchmark ($\mu\text{g}\text{m}^3$)



MATERIA PARTICULADA TAMAÑO DE 2.5 MICRONES, PM_{2.5}

Se define como cualquier materia en forma sólida o líquida suficientemente subdividida en partículas pequeñas como para ser susceptible a dispersión y suspensión, o a ser arrastrada por corrientes de aire u otros gases, excepto agua en su estado no combinado. Están suspendidas en el aire con un tamaño hasta de 2.5 micrones.

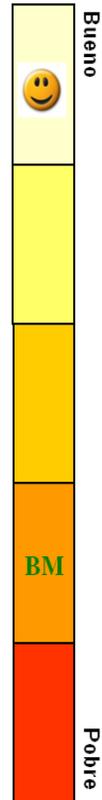
Este contaminante se produce tanto por actividades industriales como por fuentes móviles. El incremento de partículas puede darse por otras actividades como la construcción, las canteras y los eventos naturales.

En el 2006, para este contaminante en aire la EPA revisó los estándares de 65 microgramos por metro cúbico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) a $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en promedio máximo de 24 hrs. y retuvo el estándar anual y actual en $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Los estándares de calidad de aire están dirigidos a proteger el bienestar público.

El Área de Calidad de Aire de la Junta de Calidad Ambiental (JCA) recopila los datos mediante muestreos de aire, para los cuales se utilizan equipos especializados como el *Partisol-Plus Model 2025*, *Sequential Air Sampler* y el *TEOM*.

El *Partisol Model* es un equipo que mide partículas de 2.5 micrones o menos y es completamente automático. Las partículas entran al equipo y pasan por unos tubos de aceleración donde las partículas de 2.5 micrones o menos penetran hasta que se depositan sobre un filtro de teflón. Este filtro se recoge y se lleva al laboratorio en un envase que mantiene una temperatura menor de 4°C para realizarle un análisis químico.

El *TEOM* es un equipo donde las partículas entran a través de unos tubos de aceleración. Las partículas hasta 2.5 micrones continúan hasta el transductor de masa (*mass transducer*). En el interior hay un filtro de teflón cubierto con fibra de vidrio a una temperatura de 50°C el cual es pesado cada dos segundos para obtener una concentración de masa total y calcular promedios de 60 minutos.



Se define como cualquier materia en forma sólida o líquida suficientemente subdividida en partículas pequeñas como para ser susceptible a dispersión y suspensión, o a ser arrastrada por corrientes de aire u otros gases, excepto agua en su estado no combinado. Están suspendidas en el aire con un tamaño hasta de 2.5 micrones.

Este contaminante se produce tanto por actividades industriales como por fuentes móviles. El incremento de partículas puede darse por otras actividades como la construcción, las canteras y los eventos naturales.

En el 2006, para este contaminante en aire la EPA revisó los estándares de 65 microgramos por metro cúbico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) a $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en promedio máximo de 24 hrs. y retuvo el estándar anual y actual en $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Los estándares de calidad de aire están dirigidos a proteger el bienestar público.

El Área de Calidad de Aire de la Junta de Calidad Ambiental (JCA) recopila los datos mediante muestreos de aire, para los cuales se utilizan equipos especializados como el *Partisol-Plus Model 2025*, *Sequential Air Sampler* y el *TEOM*.

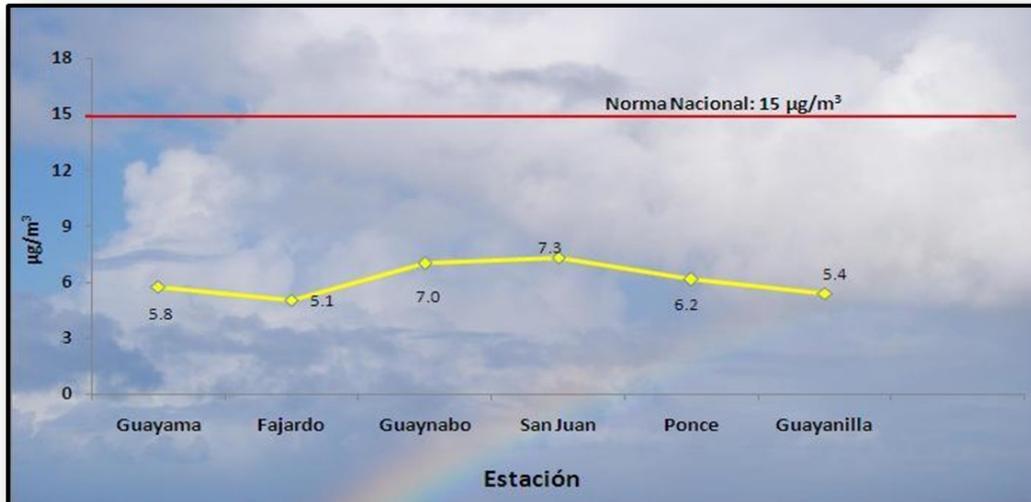
- El *Partisol Model* es un equipo que mide partículas de 2.5 micrones o menos y es completamente automático. Las partículas entran al equipo y pasan por unos tubos de aceleración donde las partículas de 2.5 micrones o menos penetran hasta que se depositan sobre un filtro de teflón. Este filtro se recoge y se lleva al laboratorio en un envase que mantiene una temperatura menor de 4°C para realizarle un análisis químico.

El *TEOM* es un equipo donde las partículas entran a través de unos tubos de aceleración. Las partículas hasta 2.5 micrones continúan hasta el transductor de masa (*mass transducer*). En el interior hay un filtro de teflón cubierto con fibra de vidrio a una temperatura de 50°C el cual es pesado cada dos segundos para obtener una concentración de masa total y calcular promedios de 60 minutos.

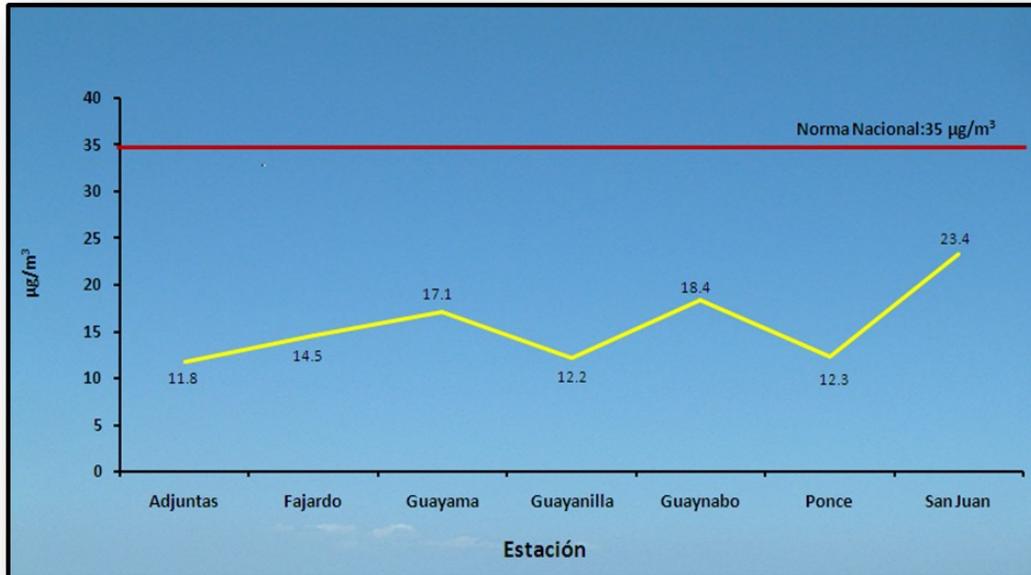
Puerto Rico
Datos de Calidad de Aire PM_{2.5}
2007 - 2009

Estación	2007			2008			2009		
	promedio anual aritmético	Concentración máxima en 24 hrs.	# Datos Observados	promedio anual aritmético	Concentración máxima en 24 hrs.	# Datos Observados	promedio anual aritmético	Concentración máxima en 24 hrs.	# Datos Observados
13 Adjuntas	6.68	20.1	92	4.66	22.9	112	4.06	10.7	44
15 Guayama	6.52	24.6	108	5.45	30.9	100	5.29	24.7	87
22 Fajardo	5.86	* 40.7	219	4.56	26.3	262	4.74	25.0	94
24 Guaynabo	7.39	* 39.6	337	6.53	25.3	297	7.15	31.9	93
30 San Juan	8.25	* 46.6	245	6.67	29.1	146	7.02	34.5	92
53 Humacao	5.5	27.0	102	3.6	3.6	1	n/d	n/d	n/d
56 Ponce	7.14	14.5	36	5.73	12.7	74	5.64	18.0	101
57 Guayanilla	6.27	23.8	109	5.51	29.6	109	4.42	10.7	27
(58 - 59) Mayagüez	** 8.63	** 15.5	** 12	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d
63 Bayamón	6.1	17.3	98	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d

(A) Gráfica de Valores Designados por Área PM_{2.5}, Promedio Aritmético Anual



(B) Percentil 98 Promedios 24 horas



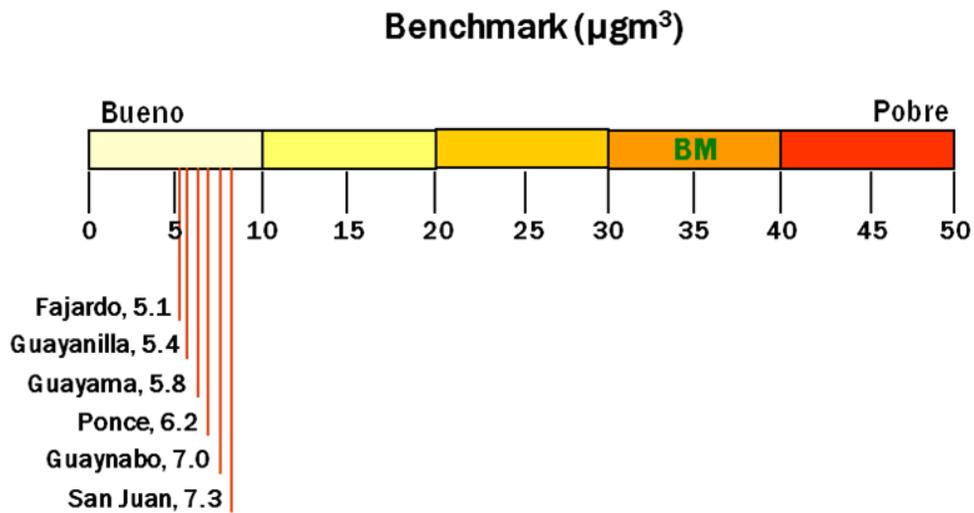
La gráfica (A) demuestra los valores designados por estación que toman muestras de PM_{2.5}.

La gráfica (B) muestra el percentil 98 de la red de muestreo de PM_{2.5}

Las gráficas contienen los valores designados por área para muestreo de PM_{2.5}, los cuales demuestran que Puerto Rico cumple con las normas nacionales de calidad de aire para este parámetro.

De acuerdo a los valores observados, San Juan se reporta con el valor más alto seguido de Guaynabo y Guayama. Para cumplir con esta norma nacional se calcula el promedio de tres años del percentil 98 del promedio de 24 horas, el cual coloca a San Juan en un 33% por debajo de la norma, a Guaynabo en un 47% y a Guayama en un 51%. Las estaciones fueron impactadas por el evento de bruma en ciertos periodos lo que resulta en el aumento de la contaminación en todos los municipios señalados en la tabla anterior.

BENCHMARK



MONÓXIDO DE CARBONO, CO

El monóxido de carbono (CO) es un gas incoloro y sin olor. En grandes niveles es un gas venenoso y se forma por la combustión incompleta de combustibles fósiles. El CO se produce cuando se queman materiales combustibles como gas, gasolina, carbón, petróleo, keroseno o madera. Otras fuentes de emisión de CO lo son las calderas, chimeneas y carros detenidos con el motor encendido. El principal efecto a la salud de este contaminante es la reducción del transporte de oxígeno a los órganos del cuerpo y los tejidos. Si se respira en niveles elevados, el CO puede causar la muerte por envenenamiento en pocos minutos. Mediante este indicador, podemos establecer el grado de cumplimiento con los estándares de calidad de aire establecidos para la protección de la población.

El Área de Calidad de Aire de la Junta de Calidad Ambiental (JCA) recopila los datos mediante mediciones de muestreo de aire, para lo cual se utiliza un equipo especializado. Los estándares nacionales establecidos para el control de las emisiones de CO en el ambiente son como sigue: la concentración máxima de CO que se permite para el promedio de 1 hora es de 35 partes por millón ppm (40 mg/m³). Para el promedio de 8 horas es de 9 ppm (10mg/m³).

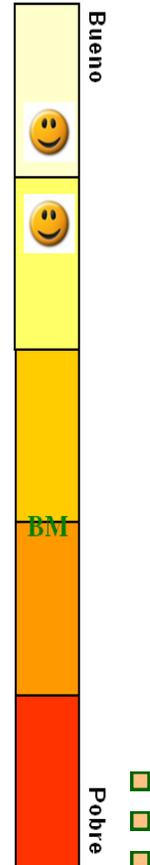
La JCA utiliza el analizador llamado *Termo-Electron (Teco 48) Non Dispersive Infrared* que utiliza la técnica de *Gas Filter Correlation Spectroscopy (GFC)*. Este compara el espectro de absorción infrarroja del gas, el cual se mide con otros gases presentes en la muestra. Se filtra la radiación infrarroja transmitida por el analizador mediante una muestra con una alta concentración del gas a medir.

Para evaluar cumplimiento con las Normas Nacionales de Calidad de Aire para CO se requiere que el valor designado no se exceda más de una vez por año. La tabla contiene los valores designados por año.

Puerto Rico
 Datos de Calidad de Aire CO
 2007 - 2009

Tabla Valores Designados por Estación CO

2 ^{da} Máxima Promedio de 8 Horas	
Ubicación - 30 - Baldorioty, S.J.	2 ^{da} Máxima
2007	3.2 ppm
2008	2.7 ppm
2009	2.5 ppm
Valor Designado	3.2 ppm



2^{da} Máxima Promedio de 8 Horas	
Ubicación - 10 - Fernández Juncos	2 ^{da} Máxima
2007	1.4 ppm
2008	1.5 ppm
2009	1.6 ppm
Valor Designado	1.6 ppm

2^{da} Máxima Promedio de 8 Horas	
Ubicación – 37 – Cárcel Bayamón	2 ^{da} Máxima
2008	2.3 ppm
2009	2.4 ppm
Valor Designado	2.4 ppm

*Estación JCA 37 comenzó muestreo en 2008.

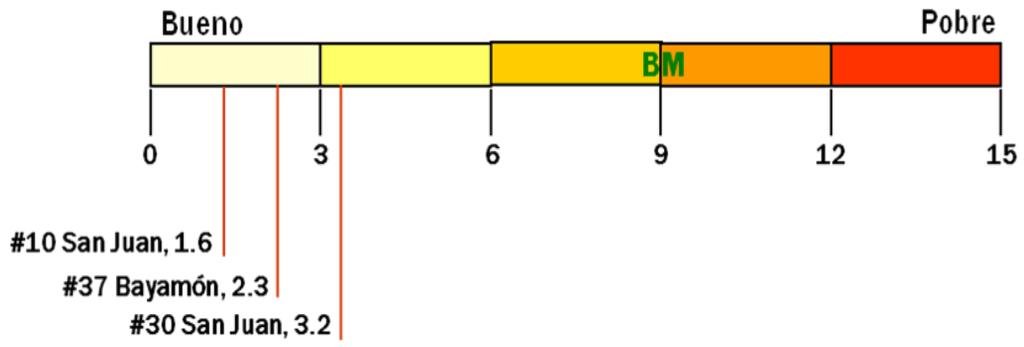
Estación	2007		2008		2009	
	Máx.	Máx.	Máx.	Máx.	Máx.	Máx.
	1 Hora	8 Horas	1 Hora	8 Horas	1 Hora	8Horas
10 San Juan	3.3	1.5	3.9	1.7	3.0	2.5
30 San Juan	4.1	3.4	3.8	2.8	9.4	2.8
37 Bayamón	---	---	4.2	2.3	3.2	1.7

De acuerdo con los valores designados presentados en las tablas anteriores, Puerto Rico cumple con las normas nacionales en cada una de las estaciones de CO.

Al observar los valores de las segundas máximas, la estación del Expreso Baldorioty de Castro en San Juan ocupa el primer lugar, luego la Cárcel Regional de Bayamón y finalmente la avenida Fernández Juncos en San Juan. El objetivo de esta primera estación es el impacto por movimiento vehicular.

BENCHMARK

Benchmark (ppm)



BIÓXIDOS DE AZUFRE, SO₂

Los bióxidos de azufre son gases incoloros que se forman al quemar azufre. El dióxido de azufre (SO₂) es el contaminante criterio que indica la concentración de óxidos de azufre en el aire. La fuente primaria de óxidos de azufre es la quema de combustibles fósiles, en particular el carbón. Se ha denominado al dióxido de azufre como un contaminante que *pasa a través de*, porque la cantidad de dióxido de azufre emitido al aire es casi la misma cantidad presente en el combustible. Se ha encontrado que los bióxidos de azufre perjudican el sistema respiratorio, especialmente de las personas que sufren de asma y bronquitis crónica.

La Junta de Calidad Ambiental mantiene doce estaciones de monitoreo de SO₂. De este parámetro hay establecidas tres Normas Nacionales: 0.03 ppm promedio anual aritmético, 0.14 ppm en concentración máxima de bloques de 24 horas y 0.50 ppm concentración máxima en bloques de tres horas.

- Los resultados de bióxido de azufre son medidos por muestreos de forma continua y automatizada desde el año 1979. En los métodos continuos las medidas representan las concentraciones de SO₂ en la muestra de aire. Los analizadores utilizados son de la marca
- **THERMO-ELECTRON - TECO 43 Fluorescent Ultraviolet Light**. Estos son los analizadores de SO₂ más aceptados y su técnica no se basa en consumo de gas.

Puerto Rico
Datos de Calidad de Aire SO₂
2007 - 2009

Estación	2007		2008		2009	
	Máx. 3 Hrs.	Máx. 24 Hrs	Máx. 3 Hrs.	Máx. 24 Hrs.	Máx. 3 Hrs.	Máx. 24Hrs.
37 Bayamón	0.014	0.005	0.014	0.010	0.012	0.004
40 Cataño	0.014	0.008	0.033	0.008	0.018	0.011
5 Cataño	0.034	0.023	0.029	0.028	0.018	0.026
1 Cataño	0.020	0.017	0.015	0.009	0.013	0.005
69 Guayama	0.013	0.003	0.011	0.004	0.007	0.004
12 Guayama	0.010	0.003	0.007	0.004	0.011	0.007
3 Guayanilla	0.018	0.004	0.015	0.005	0.038	0.009
14 Guayanilla	----	----	0.024	0.008	0.051	0.011
8 Juncos	----	----	0.004	0.003	0.015	0.003
68 Salinas	0.029	0.010	0.019	0.005	----	----
18 Salinas	----	----	0.009	0.002	0.015	0.004
17 Salinas	----	----	0.023	0.008	0.022	0.009

Tabla Valor Designado SO₂
2007-2009

SO ₂ Valor Designado (2007-2009); ppm		
Estación		Promedio Aritmético Anual
Bayamón	72-021-0006	0.0014
Cataño	72-033-0004	0.0031
Cataño	72-033-0008	0.0030
Cataño	72-033-0009	0.0022
Guayama	72-057-0009	0.0017
Guayama	72-057-0010	0.0031
Guayanilla	72-059-0017	0.0022
Guayanilla	72-059-0018	0.0034
Juncos	72-077-0001	0.0014
● Salinas	72-123-0001	0.0018
● Salinas	72-123-0002	0.0014
● Salinas	72-123-0003	0.0032

De acuerdo con la información contenida en las tablas se demuestra que Puerto Rico cumple con las normas nacionales tanto en promedios de 3 y 24 horas como en el promedio anual en cada una de las estaciones de SO₂. Podemos señalar que Guayanilla y Salinas obtuvieron los valores más altos en relación al valor designado con un 89% por debajo de la norma establecida.

CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES

Podemos concluir que Puerto Rico cumple con las normas establecidas para cada uno de los contaminantes criterio como: $PM_{1.0}$ y $PM_{2.5}$, SO_2 , CO , O_3 y NO_2 . Se recomienda permanecer vigilante durante los episodios de bruma o cenizas de volcán, ya que estos eventos naturales afectan la calidad de aire en Puerto Rico temporariamente, sin descartar los de tipo antropogénico.

En cuanto al Índice de Calidad de Aire es una herramienta útil donde podemos informar al público de una manera sencilla como está la calidad del aire en un determinado momento. De esta manera se mantiene informado y con tiempo para planificar sus actividades. Los valores más altos observados durante el periodo de estudio se produjeron por el impacto de los eventos del polvo del Desierto del Sahara que año tras año llega a la Isla durante los meses de abril a septiembre.

Se recomienda continuar con la evaluación anual que realiza la JCA sobre el cumplimiento de la red de muestreo de aire. Esto incluye objetivos de muestreo, población afectada, nueva tecnología y recursos disponibles, distribución industrial y las emisiones del área donde ubican las estaciones, como toda regulación nueva establecida y promulgada.

