

# Utilización de un índice de calidad del aire (ICA) en asentamientos humanos. Resultados preliminares.

**Autores:** OSVALDO CUESTA, ARNALDO COLLAZO, ANTONIO WALLO, PEDRO SÁNCHEZ Y ROBERTO LABRADOR

Centro de Contaminación y Química Atmosférica, Instituto de Meteorología. E-mail: osvaldo\_cuesta@yahoo.com

---

## **Resumen.**

*Se estudia la calidad del aire de forma experimental utilizando un Índice de Calidad del Aire (ICA) en cuatro puntos de monitoreo en donde se miden los contaminantes principales: SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO y Partículas Suspendidas Totales (PST). Para los contaminantes monitoreados se analiza su comportamiento respecto al índice utilizado y se dan las recomendaciones necesarias para la reducción de la contaminación del aire.*

## **Introducción**

Los trabajos de diagnóstico de la contaminación atmosférica revisten una importancia primordial para la selección e instrumentación de medidas que permitan una adecuada armonía entre las diversas actividades que se ejecutan en un territorio de forma tal que no se perjudique el medio ambiente y sean compatibles las diferentes actividades socioeconómicas.

El Índice de Calidad del Aire (ICA) es un indicador global de la calidad del aire en un momento determinado o día y en una estación de medida en concreto. El ICA se ha de interpretar como un indicador orientativo de la calidad del aire enfocado al público en general. Los especialistas habrán de tener en cuenta otros factores a la hora de estudiar los niveles de contaminación como será la sinergia entre contaminantes, el efecto de sustancias no evaluadas, la presencia de compuestos no perjudiciales pero sí molestos, etc.

El ICA resultante del día viene determinado por aquel contaminante que nos da la concentración con más incidencia negativa sobre la salud de las personas. Es importante entender que el ICA no es el resultado de hacer una media de una serie de valores sino que es una cifra que pondera la aportación de la concentración medida de cada uno de los contaminantes a la calidad del aire.

El presente trabajo estudia la calidad del aire de forma experimental utilizando un Índice de Calidad del Aire (ICA) en cuatro puntos de monitoreo en los

cuales se midieron los contaminantes principales: SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, NO, CO y Partículas Suspendidas Totales. Para los contaminantes monitoreados se analizó su comportamiento respecto al índice utilizado y se dan las recomendaciones necesarias para la reducción de la contaminación del aire.

## **Materiales y métodos**

El experimento se desarrolló durante 1998 - 1999, en cuatro puntos de monitoreo situados en la zona de la ribera este de la Bahía de La Habana. Abarca el municipio Regla y el Reparto Bahía, Habana del Este. La localidad presenta una intensa actividad industrial y portuaria. En sus márgenes se asientan dos centrales termoeléctricas, una refinería de petróleo y otras industrias más pequeñas, que también contribuyen con sus emisiones a la contaminación del aire. La cercanía de estas potentes fuentes contaminantes, así como el intenso tráfico de medios de transporte automotor, ferroviario y marítimo, y la alta densidad de población, hacen de esta zona una de las más afectadas por la contaminación atmosférica dentro de la ciudad de La Habana (Cuesta y Cabrera, 1994; Cuesta et al., 2000).

Los contaminantes muestreados fueron: el SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO y las Partículas Suspendidas Totales (PST) que son algunos de los principales compuestos propios de las zonas urbanas. Las muestras instantáneas experimentales se tomaron cada tres horas. La fase experimental se desarrolló en tres etapas de 15 días cada una, lo cual permitió la obtención de una valiosa información. En los puntos:

- 1) Refinería Níco López.
- 2) Estación Casablanca del Instituto de Meteorología.
- 3) Zona urbana de Regla: ESBU "Julio A. Mella" y Regla - Consultorio.
- 4) Reparto Bahía a barlovento de los vientos predominantes.

Estos puntos de mediciones se seleccionaron de forma tal que se tenga un patrón general del comportamiento de las concentraciones alrededor de la refinería, la principal fuente potente en el área de estudio. Esto permitió un mejor diagnóstico de la calidad del aire. Los valores obtenidos de las mediciones y análisis químicos de los contaminantes estudiados se realizaron según las metodologías del Centro de Contaminación y Química Atmosférica (CECONT) del Instituto de Meteorología, que se rigen por lo general por las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización Meteorológica Mundial (OMM) para el muestreo, análisis químico y procesamiento de la información (WHO, 1980; 1997) y (WMO, 1990).

La situación de la calidad o grado de contaminación del aire en los asentamientos humanos se evalúa mediante el ICA, el cual incluye una escala de seis categorías: Buena, Aceptable, Deficiente, Mala, Pésima y Crítica. El ICA se determina utilizando como criterio el valor resultante del cociente de las concentraciones reales de cada uno de los contaminantes, tomando como denominador las Cma correspondientes al período de tiempo evaluado según la NC 39: 1999.

De acuerdo con el tipo de toxicidad específica de cada contaminante principal, se establece la evaluación del ICA de cada contaminante para un período de tiempo diario e instantáneo o ambos: Índice de valor 0: Corresponde a un nivel de concentración inferior al límite de detección del método analítico normalizado. Índice de valor 100: Corresponde al valor (100 %) de la Cma del contaminante principal evaluado según la NC. 39: 1999, en mg.m<sup>-3</sup>. Índice de valor 200: Corresponde a un valor de concentración real que supera en 2 veces la Cma del contaminante principal evaluado según la NC. 39: 1999. Se evalúa sucesivamente hasta el Índice de valor 500.

Tabla 1. Equivalencia de subíndices (puntos 100, 300 y 500) de los contaminantes principales, tomando como referencia las concentraciones máximas admisibles (Cma) promedio diarias y para períodos de 20 minutos (mg.m<sup>-3</sup>).

Contaminante Principal	Índice 100 Calidad Aceptable		Índice 300 Límite inferior de Calidad Pésima		Índice 500 Límite inferior de Calidad Crítica	
	Diario	20 minutos	Diario	20 minutos	Diario	20 Minutos
	<b>Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>)</b>	0,05	0,5	0,15	1,5	0,25
<b>Dióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>)</b>	0,04	0,085	0,12	0,255	0,2	0,425
<b>Partículas Suspendidas Totales (PST)</b>	0,1	0,3	0,3	0,9	0,5	1,5
<b>Monóxido de Carbono (CO)</b>	3	5	9	15	15	25

Nota: Para evaluar el ICA Diario para PST se asume la Cma media diaria de 0,1 mg.m<sup>-3</sup>, correspondiente a polvos con contenido  $\geq 50$  % de óxido de silicio (SiO<sub>2</sub>) en la NC. 39: 1999.

Una vez determinada individualmente la concentración promedio diaria o instantánea de cada contaminante principal, se divide por la Cma correspondiente al contaminante y período de tiempo evaluado, el valor así obtenido, de acuerdo con su magni-

tud se interpola linealmente en la Categoría correspondiente, de acuerdo a los límites establecidos en la Tabla 2, calculándose los subíndices correspondientes.

Tabla 2. Relación entre el Índice de Calidad del Aire y posibles implicaciones sanitarias relacionadas con cada Categoría de Calidad.

Índice	Categoría	Comentarios
0 - 79,9	<b>Buena</b>	No sobrepasa el 79 % del valor de la Cma prescrito en la NC. 39: 1999. Óptima calidad sanitaria del aire.
80 - 139,9	<b>Aceptable</b>	Comienza el deterioro de la calidad del aire. Posible aparición de efectos leves en individuos o grupos de alta susceptibilidad.
140 - 199,9	<b>Deficiente</b>	Ligero incremento en la frecuencia y severidad de los efectos adversos agudos y crónicos en la población general.
200 - 299,9	<b>Mala</b>	Aumento de la frecuencia y gravedad de los efectos adversos en grupos de alta susceptibilidad y en la población general, ya medibles mediante investigaciones y basadas en registros de morbilidad. Da lugar a una <b>SITUACIÓN DE ATENCIÓN</b> .
300 - 499,9	<b>Pésima</b>	En dependencia del incremento de la concentración del contaminante y el tiempo de exposición continua el aumento de la frecuencia y gravedad de efectos adversos en los grupos de alta susceptibilidad y en la población general. Da lugar a una <b>SITUACIÓN DE ALERTA</b> .
≥ 500	<b>Crítica</b>	Se incrementa el riesgo o probabilidad de ocurrencia de los efectos adversos sobre la salud de la población general y en grupos de riesgo, que se traduce en un evidente incremento agudo de la morbilidad y mortalidad que sobrecarga los servicios asistenciales; da lugar a una <b>SITUACIÓN DE EMERGENCIA AMBIENTAL</b> .

### Resultados y discusión

Durante el primer experimento realizado en Marzo de 1998, encontramos que los contaminantes muestreados y que se evalúan según el ICA fueron el SO<sub>2</sub> y el NO<sub>2</sub>. El ICA se aplicó a muestras diarias (8 muestras, promediadas), lo cual se refleja en las tablas. Aunque también se valora los casos de muestras individuales. El resultado de la aplicación nos

muestra que en Bahía, Casablanca y Regla - Consultorio la calidad del aire es buena. Mientras que en la Refinería y en Regla ESBU, aparecen casos con categorías de calidad del aire catalogado como aceptable y Mala. Esta última en Regla, la cual por su ubicación y el predominio de los vientos se espera ocurran las máximas concentraciones. Los valores del índice están dados por las concentraciones del NO<sub>2</sub>, pues el SO<sub>2</sub> nunca supera la Cma durante los tres experimentos desarrollados.

Tabla 3 Primer Experimento (Marzo/1998). Aplicación del ICA. Muestra diaria.

ICA(SO <sub>2</sub> /NO <sub>2</sub> )	Buena (%)	Aceptable (%)	Deficiente (%)	Mala (%)
Refinería	94	6		-
Bahía	100	-		-
Regla CM.	100	-		-
Regla ESBU.	78	12		10
Casablanca	100	-		-

El segundo experimento desarrollado durante septiembre de 1998, al aplicarle el ICA se obtuvo que la calidad del aire fue buena en todos los puntos experimentales de medición para muestras diarias e instantáneas. Aquí también los contaminantes evaluados fueron el SO<sub>2</sub> y el NO<sub>2</sub>.

Durante el tercer experimento, además del ICA aplicado a los compuestos gaseosos, se le aplicó al material particulado. Respecto a los gases podemos apreciar que en Regla y Refinería se obtienen un porcentaje elevado de casos evaluados en la categoría de aceptable.

Tabla 4 Tercer Experimento - Febrero de 1999. Aplicación del ICA. Muestra diaria.

Puntos de Monitoreo	ICA(NO <sub>2</sub> /SO <sub>2</sub> /CO)		ICA (PST)			
	Buena (%)	Aceptable (%)	Deficiente (%)	Mala (%)	Pésima (%)	Crítica (%)
Refinería	40	60	-	68	16	16
Bahía	57	43	50	30	15	5
Regla ESBU.	43	57	40	20	20	20
Casablanca	93	7	42	26	18	14

Cuando nos adentramos en el análisis del material particulado encontramos que es el contaminante que mayor problema presenta respecto a la calidad del aire. Aquí encontramos que el PST, está catalogado respecto a la calidad del aire como: deficiente, malo, pésimo y crítico. El material particulado está presente en la zona de estudio debido a las emisiones desde las industrias, el transporte vehicular y también una parte es resuspendido por esta última fuente. Estas categorías del ICA, expresan que se supera la CMA en más de 3 veces en la zona de la Refinería y en los restantes puntos de medición esto

ocurre al menos la mitad del tiempo y por lo tanto se deben tomar medidas para contrarrestar estos efectos.

Los programas de descontaminación del aire en los asentamientos humanos se deben ejecutar sobre la base de los niveles o categoría del Índice de Calidad del Aire determinado por los datos obtenidos en el proceso de vigilancia. Cuando la categoría de la calidad del aire se valore de mala, se deben intensificar las acciones de vigilancia y control de las fuentes emisoras y de monitoreo ambiental. Además

establecerán planes a diferentes plazos, dirigidos a impedir el incremento de la misma y lograr su progresiva reducción.

Cuando la categoría de la calidad del aire se valore de pésima, se implementará de inmediato un plan de medidas urgentes de control de las fuentes emisoras previamente elaborado, dirigidas a impedir el empeoramiento y lograr una rápida mejoría de la situación, mediante la inmediata reducción de las emisiones principales, a la vez que se notificará de la situación a las autoridades sanitarias del territorio, con vistas a la toma de medidas de control preventivo y asistencial correspondientes; se intensificará el monitoreo ambiental, dirigido a evaluar el comportamiento de la situación ambiental y la efectividad de las acciones de control establecidas.

Cuando la categoría de la calidad del aire alcance la categoría de crítica, se implementará de inmediato un plan de medidas urgentes de control de las fuentes emisoras previamente elaborado, dirigidas a impedir el empeoramiento y lograr por todos los medios disponibles y factibles la rápida mejoría de la situación, mediante la reducción inmediata de todas las emisiones posibles del territorio sin el comprometimiento de los servicios básicos esenciales para la sociedad, a la vez que se notificará de inmediato la situación a las autoridades sanitarias del territorio, con vistas a la toma de medidas de control preventivo y asistencial correspondientes; se intensificará el monitoreo ambiental, dirigido a evaluar el comportamiento de la situación ambiental y la efectividad de las acciones de control establecidas.

## Conclusiones y recomendaciones

El PST es el contaminante que durante los experimentos realizados mostró los mayores Índices de Calidad del Aire. Aunque el NO<sub>2</sub> también está incidiendo en el deterioro de la calidad del aire sobre todo en la estación de Regla. Aquí encontramos que el PST, está catalogado respecto a la calidad del aire como: deficiente, malo, pésimo y crítico. El material particulado está presente en la zona de estudio debido a las emisiones desde las industrias, el transporte vehicular y también una parte es resuspendido por esta última fuente.

El resultado de la aplicación nos muestra que en Bahía, Casablanca y Regla - Consultorio la calidad del aire es buena. Mientras que en la Refinería y en Regla ESBU,

aparecen casos con categorías de calidad del aire catalogado como aceptable y Mala. Esta última en Regla, la cual por su ubicación y el predominio de los vientos se espera ocurran las máximas concentraciones. Los valores del índice están dados por las concentraciones del NO<sub>2</sub>, pues el SO<sub>2</sub> nunca supera la Cma durante los tres experimentos desarrollados.

Se recomienda la utilización de este ICA para la evaluación de la contaminación del aire en los asentamientos humanos como una buena herramienta para la información y la gestión ambiental. Se utiliza por primera vez en nuestro país de forma preliminar y es parte de la norma cubana en proceso de aprobación denominada: Reglas para la vigilancia de la calidad del aire en asentamientos humanos.

## Referencias

Cuesta-Santos, O. y A. Cabrera (1994): El NO<sub>2</sub> troposférico en diferentes sistemas meteorológicos en dos localidades de la Ciudad de La Habana. *Atmósfera*, Vol. 7, No. 1, 31 - 46.

Cuesta-Santos, O. Y Colaboradores (2000): Caracterización del medio ambiente atmosférico en la ribera este de la Bahía de la Habana. Informe Técnico, pp 226, Instituto de Meteorología, La Habana.

NC 39:1999. *Atmósfera. Requisitos Higiénico - Sanitarios.*

W. H. O. (1997): *Healthy Cities Air Management. Information System AMIS 1.0, 1997* WHO, Geneva.

W.H.O. 1980. *Analysing and interpreting air monitoring data. GEMS, WHO-UNEP, offset publication No. 51, 53 pp.* Geneva.

6. W.M.O. 1990. *Compendio de Meteorología. Química Atmosférica y Meteorología de la Contaminación del aire. Vol. II, parte 6 No.364 pp 237.*

### Abstract

*Air quality in an experimental way is studied using an Air Quality Index (AQI) through four monitoring points in which the main pollutants are measured: SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO and Total Suspended Particles. For the pollutants monitored their behavior is analyzed regarding the used index and necessary recommendations for reduction of air pollution are given.*

### Palabras clave:

Contaminantes del aire, índice de calidad del aire