

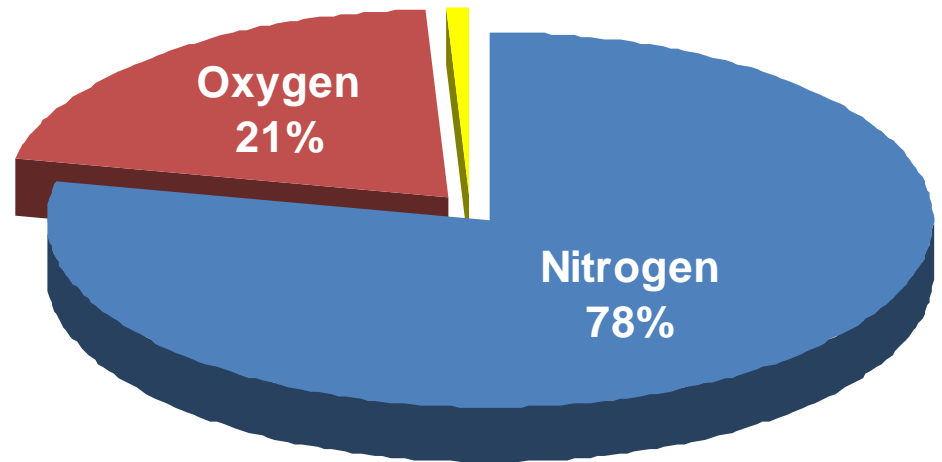
# *Charla 1: ¿Qué Estamos Pronosticando?*

**Taller Centroamericano de  
Pronosticado de la Calidad del Aire**  
San José, Costa Rica  
17-21 de Octubre del 2011



# ¿De Qué Consiste el Aire?

- Mezcla de gases invisibles, partículas y agua.
- Nitrógeno (78%)
- Oxígeno (21%)
- Restantes (1%)
  - Argón
  - Vapor de agua
  - Dióxido de carbono
  - Contaminantes
  - Muchos otros



# Orígenes de los Contaminantes Atmosféricos

- Los contaminantes atmosféricos provienen de:
  - La *combustión* de combustibles fósiles y materia orgánica.
  - La *evaporación* de derivados del petróleo o compuestos utilizados en productos comerciales, servicios y manufactura.
  - *Fuentes naturales*, incluyendo el humo de incendios, polvo levantado por vientos fuertes y emisiones de la biosfera y la geosfera.



# ¿Qué Estamos Pronosticando?

## Contaminantes de Interés:

- Material Particulado (PM)
- Ozono ( $O_3$ )
- Monóxido de Carbono (CO)
- Dióxido de Azufre ( $SO_2$ )
- Dióxido de Nitrógeno ( $NO_2$ )
- Toxinas

# Material Particulado (PM)

- Mezcla compleja de partículas sólidas y líquidas.
- Compuesta por muchos diferentes compuestos.
- Es un contaminante tanto primario (emitido directamente por alguna fuente) como secundario (formado en la atmósfera).
- Amplísima gama de tamaños.
- Categorías de tamaño:
  - Partículas ultrafinas ( $< 0.1 \mu\text{m}$ )
  - Partículas finas ( $0.1 - 2.5 \mu\text{m}$ )
  - Partículas gruesas ( $2.5 - 10 \mu\text{m}$ )
- Se forma mediante muchos procesos diferentes.



## **¿Por Qué Pronosticar el Nivel de Material Particulado?**

- Agrava las enfermedades cardiacas existentes.
- Relacionado con la arritmia cardiaca y los infartos.
- Agrava las enfermedades pulmonares como el asma y la bronquitis.
- Incrementa la susceptibilidad ante las infecciones respiratorias.
- Afecta la visibilidad atmosférica.

# Ozono (O<sub>3</sub>)

- Es un gas incoloro compuesto de tres átomos de oxígeno.
  - Molécula de oxígeno (O<sub>2</sub>): Necesario para sustentar la vida.
  - Ozono (O<sub>3</sub>): El átomo de oxígeno adicional hace que el ozono sea altamente reactivo.
- Presente en la estratosfera y la troposfera.
  - El O<sub>3</sub> estratosférico ayuda a proteger a los organismos contra los efectos dañinos de la radiación solar ultravioleta.
  - El O<sub>3</sub> troposférico proviene de la estratosfera mediante procesos naturales.
  - El O<sub>3</sub> también se genera en la troposfera en forma de contaminante secundario formado con gases precursores:
    - Oxido nítrico – producto de la combustión.
    - Compuestos orgánicos volátiles (COV) – productos de la evaporación y la combustión.

# ¿Por Qué Pronosticar el Nivel de Ozono?

- Puede causar la irritación severa (por su naturaleza reactiva).
- Inflama e irrita a las vías respiratorias, especialmente durante la actividad física. La presencia de ozono puede agravar los episodios asmáticos (los síntomas incluyen dificultad para respirar, tos e irritación de la garganta).
- Daña al tejido pulmonar. La recuperación plena puede demorar varios días después de la exposición.
- Daña a materiales como el hule, los plásticos, etc.
- Oxidiza los árboles y plantas y puede dañar a los cultivos.



# Monóxido de Carbono (CO)

- Es un gas incoloro, inodoro y venenoso.
- Producido por la combustión incompleta del carbono.
- Proviene principalmente de los medios de transporte, además de las cocinas de leña, los incineradores y las fuentes industriales.

## ¿Por Qué Pronosticar el Nivel del Monóxido de Carbono?

- El CO inhibe la capacidad de la sangre de llevar oxígeno a los tejidos corporales, incluyendo los órganos vitales como el corazón y el cerebro.
- Al ser inhalado, el CO combina con el oxígeno que transporta la hemoglobina para formar la carboxihemoglobina (COHb).
- Al formarse la COHb, la hemoglobina ya no está disponible para transportar oxígeno.

## Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>)

- El dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) es un gas derivado de la combustión del azufre que contiene el carbón y el petróleo.
- Las fuentes de SO<sub>2</sub> incluyen las plantas generadoras de electricidad, plantas siderúrgicas, refinerías y fundidores.

# ¿Por Qué Pronosticar el Nivel de Dióxido de Azufre?

- Agrava las enfermedades respiratorias y cardiovasculares existentes.
- Se convierte en ácido sulfúrico que, al igual que el  $\text{SO}_2$ , puede quemar los tejidos sensibles de la nariz y los pulmones.
- Es un componente principal de la lluvia ácida.
- Contribuye a la formación del material particulado (PM).

# Dióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>)

- Es un gas altamente reactivo de color café.
- $\text{NO}_2 + \text{NO} = \text{NO}_x$
- El  $\text{NO}_x$  se genera por la combustión de los combustibles fósiles.
  - El  $\text{NO}_x$  consiste principalmente del NO.
  - El 2%–10% del  $\text{NO}_x$  es  $\text{NO}_2$ .
- El  $\text{NO}_2$  también se produce por la oxidación de NO en la atmósfera.
- El  $\text{NO}_2$  es un contaminante primario y secundario.
- El  $\text{NO}_2$  es un precursor del  $\text{O}_3$  y de la lluvia ácida.

# ¿Por Qué Pronosticar el Nivel de Dióxido de Nitrógeno?

- Irrita a los pulmones.
- Afecta la resistencia ante las infecciones respiratorias.

# Toxinas

- Toxinas atmosféricas (contaminantes atmosféricos peligrosos):
  - Son carcinógenos confirmados o sospechados.
  - Pueden causar otros efectos nocivos para la salud.
  - Algunas son producto de la combustión.
- 188 contaminantes atmosféricos peligrosos han sido identificados, incluyendo:
  - Benceno (combustibles para motores; refinerías petroleras; procesos químicos).
  - Percloretileno (tintorería; desengrasado).
  - Cloroformo (solvente presente en adhesivos y pesticidas; derivado de procesos de clorinación).
  - Metales pesados.

# Pronosticado de Toxinas

- Generalmente no se pronostica los niveles de toxinas.
- Los criterios sanitarios son diferentes de los criterios observados para los contaminantes principales:
  - No existen normas como el ICA.
  - Referencias (*benchmarks*) respecto a la cancerogenicidad (exposición a largo plazo).
  - Límites para la exposición a corto plazo.
- El monitoreo es un reto:
  - Normalmente no hay datos disponibles en tiempo real.
  - Ejemplo: La dioxina requiere el muestreo del aire ambiental durante 28 días para obtener cantidades medibles.
- Las toxinas a menudo se localizan cerca de su fuente, pero los materiales en forma de PM pueden ser transportados lejos.



# Unidades de Medición

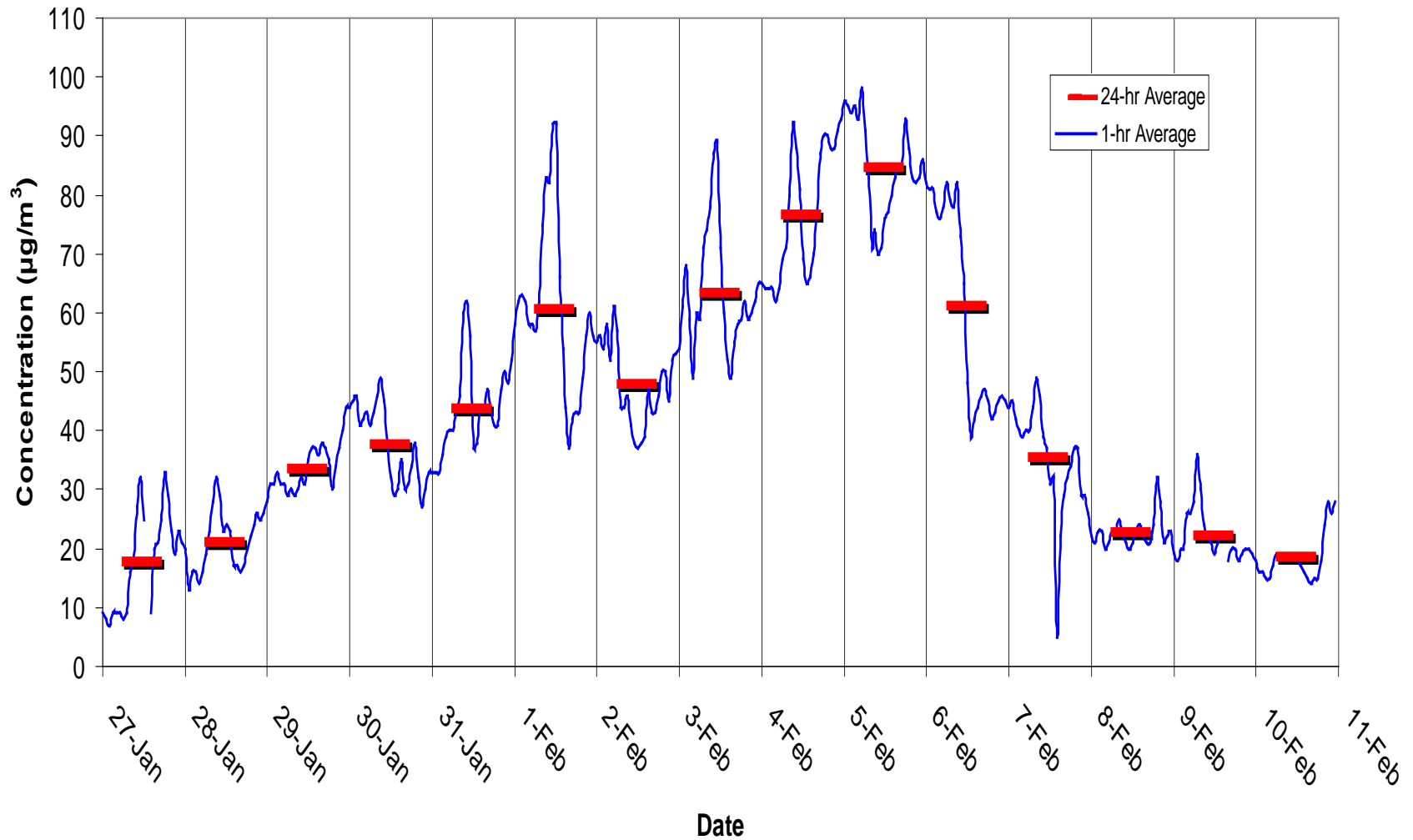
- Concentración
  - Cantidad de una sustancia particulada en un gran volumen de aire.
  - Reportada como razones de mezcla: ppm, ppb, volumen/volumen.
  - Partes por millón (ppm): 1 en 1.000.000
  - Partes por billón (ppb): 1 en 1.000.000.000
- Masa
  - Peso de cierta impureza en un volumen de aire.
  - Microgramo por metro cúbico ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ): ( $\mu\text{g} = 10^{-6}\text{g}$ )
  - Miligramo por metro cúbico ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )
- Indices de Calidad del Aire
  - Sistema escalonado y normalizado con referencia a la salud humana.
  - No hacen referencia a unidades físicas.
  - Ejemplo de categorías: Buena, Dañina, Muy Dañina
  - Índice de Contaminación Atmosférica (*Air Pollution Index – API*);  
Índice de Calidad del Aire – ICA (*Air Quality Index – AQI*);  
Índice de Niveles de Contaminantes (*Pollutant Standards Index – PSI*).

# Períodos Temporales Promediados

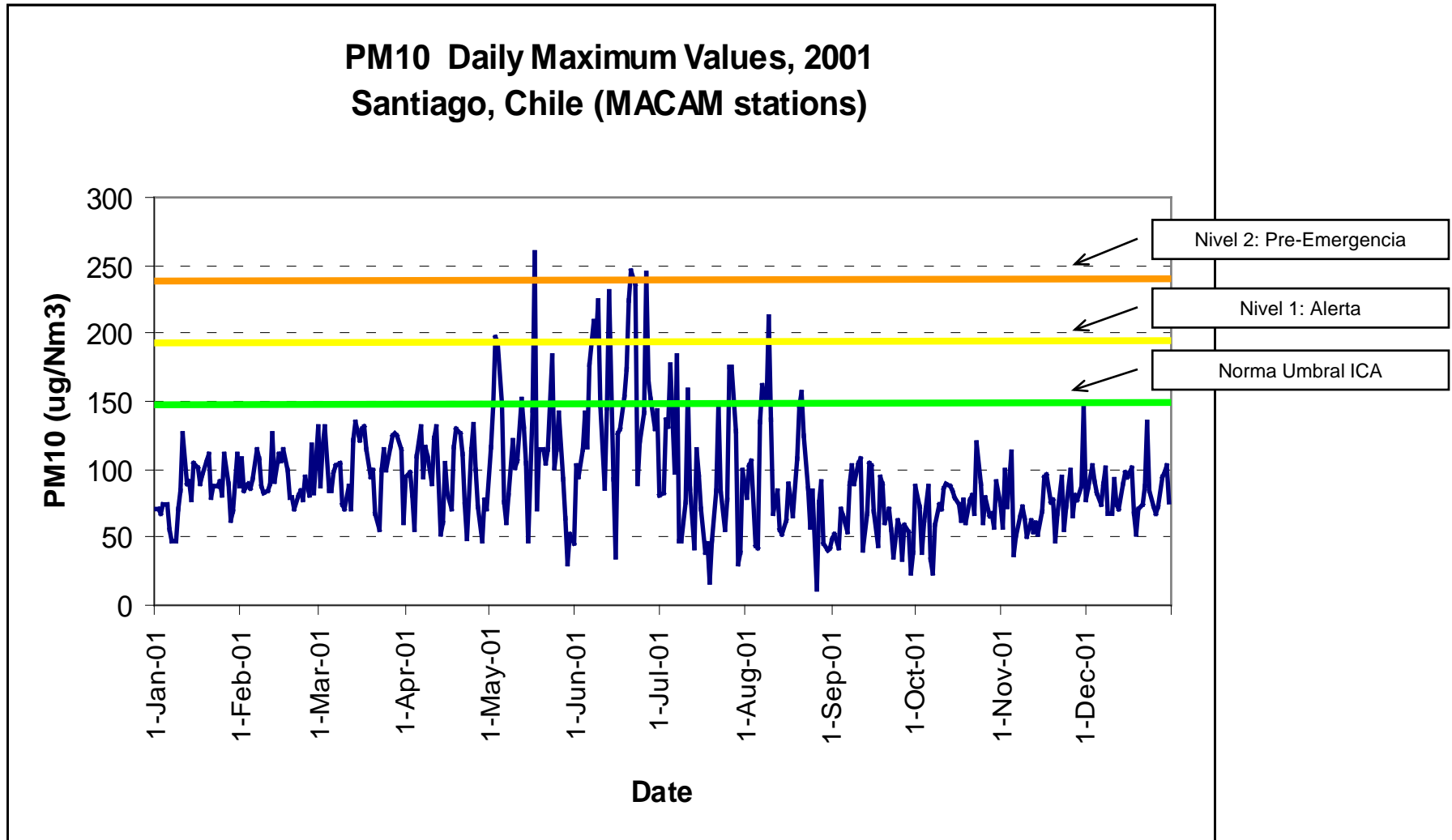
- Las concentraciones de contaminantes se reportan como valores promediados para un período temporal.
- Ejemplos:
  - Promedio horario
  - Promedio para 8 horas
  - Promedio para 24 horas (diario)
  - Promedio estacional (toda una temporada)
- Para determinar cuál promedio se utilizará, hay que tomar en cuenta el objetivo del pronóstico y la normativa vigente.
- El período promediado observado determinará, a su vez, cuáles procesos meteorológicos e información serán analizados para efectos del pronosticado.

# Ejemplo de Períodos Promediados para PM<sub>2.5</sub>

PM<sub>2.5</sub> Concentrations (1-hr vs. 24-hr averages)



# Ejemplo de Períodos Promediados para PM<sub>10</sub>



# Escalas Espaciales

- Escalas:
  - Escala regional o mesoescala (10 km – 400 km)
  - Escala urbana o subregional (10 km)
  - Escala vecindario o punto específico (< 5 km)
  - La escala observada para el pronosticado debe corresponder a la escala del ICA local.
- Zona objeto del pronosticado:
  - Puede haber varias zonas en un área amplia.
  - Las áreas caracterizadas por topografía, meteorología y patrones de emisiones complejos pueden requerir múltiples zonas de pronóstico.
- Métrica
  - Lectura máxima entre todos los monitores de una zona.
  - Promedio de múltiples monitores.
  - Otras.

# Resumen

- Contaminantes de interés
  - Principales (material particulado, ozono, monóxido de carbono, dióxido de azufre y dióxido de nitrógeno).
  - Toxinas.
- Es difícil pronosticar niveles de toxinas por la naturaleza incierta de las emisiones y de las reacciones químicas en la atmósfera.
- ¿Qué estamos pronosticando?
  - Unidades de medición.
  - Períodos promediados.
  - Escalas espaciales.