

Charla 17: Elementos de una Rutina Básica para Pronosticar la Calidad del Aire Enfocada en el $PM_{2.5}$

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



Componentes de un Pronóstico de la Calidad del Aire

- Un pronóstico final de la calidad del aire tiene tres componentes:
 - Valor de la concentración de $PM_{2.5}$ en $\mu g/m^3$
 - Color correspondiente de la Escala ICA
 - Comentario sobre el pronóstico
- Para principiantes puede ser difícil pronosticar la concentración exacta de $PM_{2.5}$ en $\mu g/m^3$, pero es indispensable para evaluar la pericia y mejorar la precisión del pronosticador.
 - Utilizar los colores de la Escala ICA para los pronósticos públicos y los valores $PM_{2.5}$ para los análisis y registros internos.
- El comentario consiste de uno o dos párrafos que describen el fundamento del pronóstico.
 - Normalmente incluye una descripción de las condiciones actuales y las que se esperen para el día siguiente.
 - No todos los programas pronosticadores incluyen comentarios, ya que depende de las necesidades de los usuarios.

Consideraciones Generales para el Pronosticado

- ¿Cómo se aprovechará el pronóstico?
 - Proteger la salud pública.
 - Reducir las emisiones contaminantes?
- ¿Cuál es la temporada para emitir pronósticos?
¿En cuáles épocas hay problemas con la calidad del aire?
 - Todo el año
 - Ciertas temporadas (p.ej., la temporada seca)
- ¿Qué período temporal debe cubrir el pronóstico?
 - Día siguiente (mañana)
 - Pronóstico ampliado (2-5 días)
 - ¿Se necesitan pronósticos ampliados para los fines de semana o feriados?
- ¿Cuál será el área de cobertura del pronóstico?
 - Corresponde al área donde se ubican los monitores de $PM_{2.5}$
 - Ciudad o centro urbano únicamente
 - Estado, provincia o país

Consideraciones Generales para el Pronosticado

- ¿Cuáles son los requerimientos sobre la precisión?
 - La Charla 17 cubre la precisión y verificación de pronósticos.
 - Definir la precisión deseada y procurar que sea alcanzable.
- ¿Se incluirá un comentario en el pronóstico público o bastará el uso de los colores de la Escala ICA?
- ¿A qué hora del día debe emitirse el pronóstico?
 - Poner una hora límite garantiza que el pronóstico será emitido a la misma hora todos los días, algo muy importante para las personas que dependen del pronóstico.
 - Normalmente la hora límite es en las primeras horas de la tarde (2-3 PM) para que haya suficiente tiempo para la difusión.
- ¿Es conveniente actualizar o reemitir un pronóstico?
En caso que sí, ¿ante cuáles condiciones?
- ¿Cómo se debe manejar un pronóstico fallido?

Pasos Básicos de la Rutina para el Pronosticado Diario de Calidad del Aire

1. Repasar el pronóstico de ayer.
2. Revisar las condiciones actuales de meteorología y calidad del aire.
3. Analizar las tendencias de los modelos meteorológicos numéricos y determinar las condiciones que se esperen para mañana.
4. Utilizar HYSPLIT para determinar la trayectoria retrasada de la masa de aire que mañana estará sobre el área objeto del pronóstico.
5. Emplear las técnicas de pronosticado disponibles (p.ej., persistencia, climatología, modelos estadísticos, CART, tendencias de los modelos pronosticadores de calidad del aire) para determinar el pronóstico para la calidad del aire $PM_{2.5}$ para mañana.
 - Concentración de $PM_{2.5}$ y color correspondiente de la Escala ICA.
 - Comentario para acompañar al pronóstico.
6. Diseminar el pronóstico (Color ICA y comentario) a los usuarios.

Paso 1: Repasar el Pronóstico de Ayer

- ¿El pronóstico de ayer se cumplió?
 - La Charla 17 cubrirá con mayor detalle la verificación de pronósticos.
 - Comparar el $PM_{2.5}$ pronosticado al $PM_{2.5}$ registrado.
 - Revisar las mediciones horarias de $PM_{2.5}$ y el promedio de 24 horas.
- Si el pronóstico falló por más de un 20%-30%, se recomienda un análisis retrospectivo para aprender de los errores.
- ¿El pronóstico se cumplió por la predicción correcta de parámetros o porque usted tuvo suerte?
 - Por ejemplo, usted pronosticó un valor $PM_{2.5}$ bajo porque se pronosticaban fuertes vientos, pero se registró un valor $PM_{2.5}$ bajo aun con poco viento.
- Si el pronóstico de ayer no se cumplió, ¿afectará eso al pronóstico que usted pensaba emitir para mañana?

Ejemplo: Repasando el Pronóstico de Ayer

Fecha del Pronóstico	PM _{2.5} Pronosticado (µg/m ³)	Color ICA Pronosticado	PM _{2.5} Registrado (µg/m ³)			Color ICA Registrado
			Monitor 1	Monitor 2	Monitor 3	
01 Sept	11	Verde	10	12	13	Verde
02 Sept	12	Verde	8	11	10	Verde
03 Sept	17	Amarillo	12	14	16	Amarillo

- Los pronósticos de calidad del aire normalmente se hacen por y se verifican con la concentración PM_{2.5} más alta en el área.
- Se evalúa el pronóstico por la **precisión** (qué tan cerca al valor registrado) y el **sesgo** (sobreestimación o subestimación).
 - Precisión = |pronosticado – registrado| = |11-13| = 2 µg/m³ para el 01 Sept.
 - Sesgo = pronosticado – registrado = 11-13 = -2 µg/m³ (subestimación) para 01 Sept.

Paso 2: Revisar las Condiciones Actuales

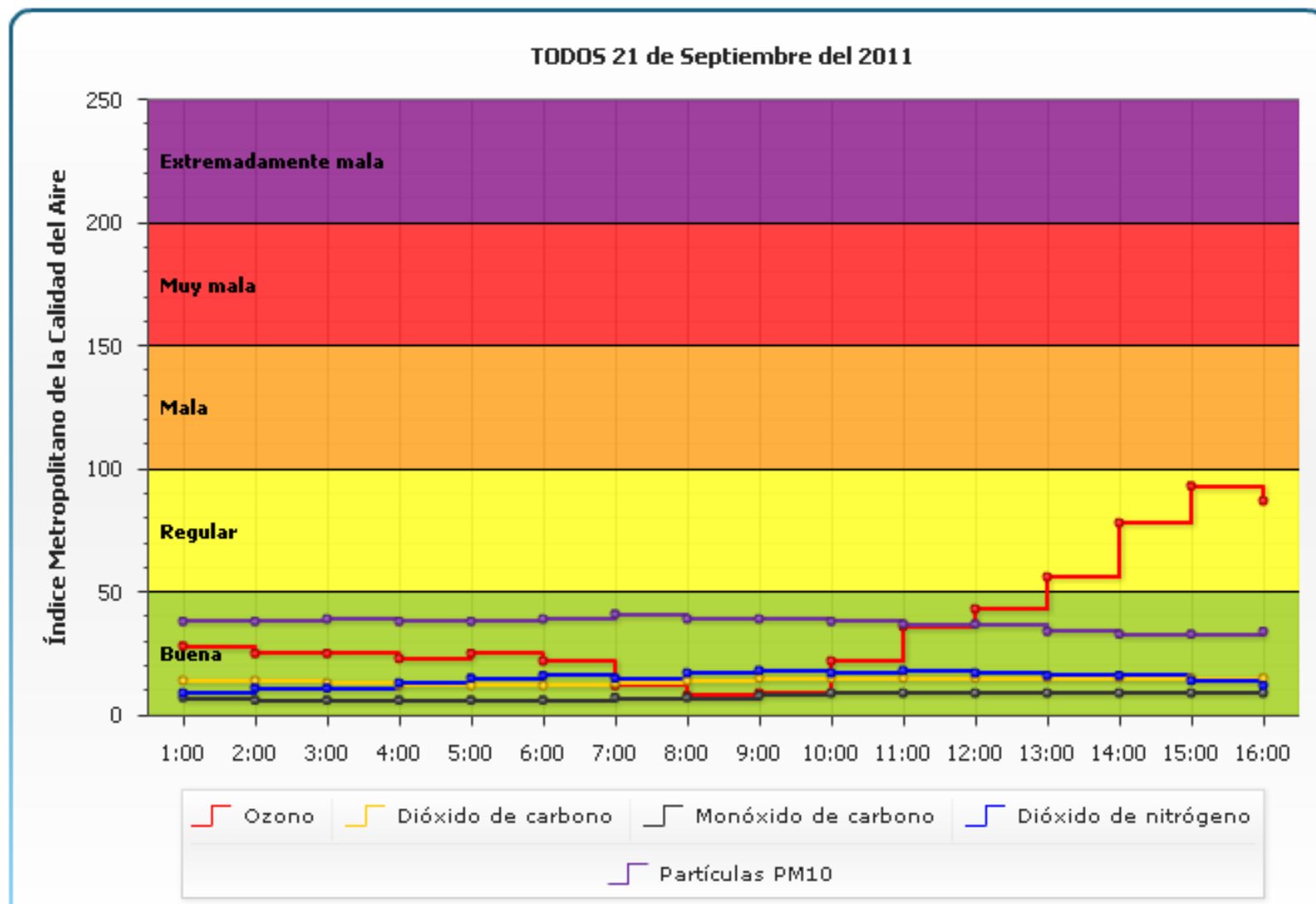
¿Cómo se comparan las condiciones meteorológicas y de calidad del aire para hoy con las de ayer?

- ¿Cuáles son las mediciones actuales de la calidad del aire reportadas por las redes de monitoreo?
 - Red local o nacional
 - Red regional
- ¿Cuál es el patrón meteorológico sinóptico en general?
 - Líneas de alta presión y áreas de baja presión
 - Ubicación de frentes
 - Vientos de superficie y de altura
- ¿Cuáles son las condiciones meteorológicas locales?
 - Temperatura del aire
 - Humedad
 - Velocidad y dirección del viento
 - Precipitación

Ejemplo: Datos de los Monitores en la Ciudad de México

21 Septiembre 2011

http://www.calidadaire.df.gob.mx/calidadaire/aireimeca_graph.php



Paso 3: Pronosticar la Meteorología para Mañana

- Utilizar los modelos meteorológicos numéricos para determinar las condiciones meteorológicas que se esperen para mañana:
 - Temperatura del aire
 - Humedad
 - Velocidad y dirección del viento
 - Cobertura nubosa
 - Precipitación
- Si usted no cuenta con preparación en la meteorología, busque la colaboración de colegas del Instituto Meteorológico para obtener el pronóstico meteorológico para mañana.
- Tomar en cuenta:
 - ¿Se está cambiando el patrón a gran escala (patrón sinóptico)?
 - ¿Cómo influirá a la calidad del aire las condiciones meteorológicas esperadas?

Paso 4: Determinar la Trayectoria Retrasada de la Masa de Aire (*Backward Airmass Trajectory*)

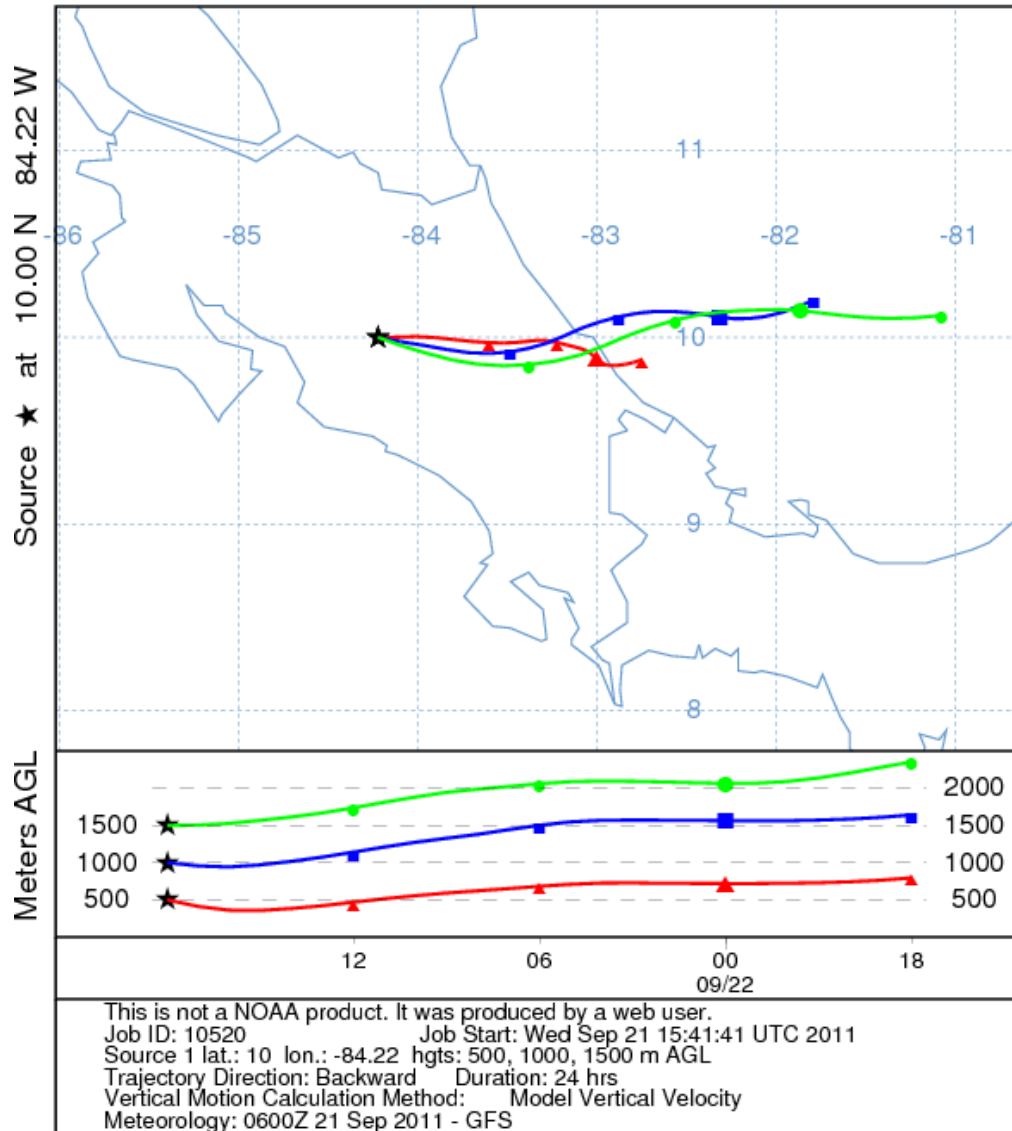
- El $PM_{2.5}$ mantiene presencia atmosférica durante varios días, por lo que las concentraciones en la masa de aire viento arriba son esenciales para pronosticar el $PM_{2.5}$ con precisión.
- Utilizar HYSPLIT para determinar la posición actual de la masa de aire que mañana a mediodía estará sobre el área objeto del pronóstico.
- Luego determinar las condiciones $PM_{2.5}$ actuales de esa masa de aire viento arriba con base en la red de monitores.
- Cuando no hay mediciones de $PM_{2.5}$ disponibles, las trayectorias retrasadas pueden dar indicios de las concentraciones $PM_{2.5}$:
 - Sobre el océano = aire limpio
 - De regiones urbanas = aire contaminado
 - Recirculación = aire contaminado

Ejemplo: Análisis HYSPLIT de Trayectorias Retrasadas

NOAA HYSPLIT MODEL

Backward trajectories ending at 1800 UTC 22 Sep 11

06 UTC 21 Sep GFSG Forecast Initialization



- Condiciones $PM_{2.5}$ actuales en la región viento arriba indican una ‘carga regional’ de $PM_{2.5}$ para el área objeto del pronóstico.
 - Sirve como línea base para el pronóstico para mañana.
 - Carga regional de $PM_{2.5}$ + emisiones $PM_{2.5}$ locales = concentraciones de $PM_{2.5}$ mañana en el área cubierto por el pronóstico.

Hoja de Trabajo: Condiciones Actuales y Pronosticadas

- Este es un ejemplo del tipo de información meteorológica y de calidad del aire que usted puede registrar diariamente como parte del proceso de pronosticado:
 - Valores registrados ayer.
 - Valores registrados hoy (normalmente para las horas matutinas).
 - Valores esperados para mañana.

Daía	PM _{2.5} (µg/m ³)	Patrón en Superficie	Vientos de Superficie	Temperatura Alta	Temperatura Punto de Rocío	Nubosidad / Lluvia	Trayectoria Retrasada de Masas de Aire
Ayer 01 Sept	13	Flujo marino débil	Ventolina del oeste	75°C	58°C	Nublado	Clave PM _{2.5} Verde viento arriba
Hoy 02 Sept	11	Flujo marino débil	Ventolina del oeste	80°C	60°C	Parcialmente Nublado	Clave PM _{2.5} Verde viento arriba
Mañana 03 Sept	---	Flujo terral débil	Moderados del sur	87°C	68°C	Asoleado	Clave PM _{2.5} Amarillo viento arriba

Paso 5: Emplear las Técnicas de Pronosticado para Determinar el Pronóstico para el PM_{2.5} para Mañana

- Emplear las técnicas disponibles de pronosticado de la calidad del aire para determinar el pronóstico de PM_{2.5} para mañana.
 - Persistencia
 - Climatología
 - Regresiones estadísticas
 - CART
 - Modelos numéricos de calidad del aire
- Evaluar los resultados de las técnicas de pronosticado en conjunto con la meteorología pronosticada para mañana y el análisis de trayectorias retrasadas.
- El pronóstico por consenso (promedio) generalmente resulta más preciso y menos sesgado que cualquier técnica única de pronosticado.
- En algunos casos el pronosticador puede dependerse de cierta técnica más que otra.

Elaborando el Pronóstico Final

- Tomando el consenso de los resultados de las técnicas de pronosticado y la evaluación experta, se determina el pronóstico de $PM_{2.5}$ para mañana.
 - Concentración $PM_{2.5}$ específica en $\mu\text{g}/\text{m}^3$
 - Clave de Color ICA
 - Comentario

Fecha Objeto	Persistencia ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Climatología ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Regresión Estadística ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	CART ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Modelo Num. de Calidad del Aire ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Promedio ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Pronóstico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	ICA
04 Sept	16	18	18	15.5	20	17.5	17	Amarillo

- Ejemplo hipotético para el 04 Septiembre:
 - Concentración $PM_{2.5}$ específica pronosticada = $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$
 - Clave de Color ICA pronosticada = Clave Amarilla

Ejemplos de Comentarios sobre el Pronóstico

- Incremento en la nubosidad con posibilidad de lluvia para la tarde del martes. Las concentraciones de material particulado son bajas en toda la región, con un leve aumento previsto para el martes. Se espera buena calidad del aire.
- Las concentraciones de material particulado hoy corresponden al rango Clave Verde. Ventolinas y mayor humedad relativa ocasionarán un incremento leve en las concentraciones para el miércoles, pero la calidad del aire mantendrá la calificación de Buena.
- Se espera nubosidad con precipitación en horas tempranas de la tarde del jueves en el área cubierto por el pronóstico. El viento provendrá del sur casi todo el día jueves, luego del noroeste en horas vespertinas. Las concentraciones de partículas corresponderán a la parte baja y mediana del rango de calidad Moderada hoy, manteniéndose en esos niveles el jueves con la presencia de aire cálido y húmedo sobre el área hasta horas de la tarde.
- Las condiciones asoleadas y cálidas se mantendrán el viernes, con la calidad del aire Moderada. Las concentraciones de material particulado se aumentaron rápidamente hoy y permanecerán altas el viernes debido a la persistencia de vientos de altura provenientes del oeste.

Ejemplo del Pronóstico de Ozono para la Ciudad de México

<http://www.calidadaire.df.gob.mx/calidadaire/index.php?opcion=2&opcioninfoproductos=45>

Pronóstico de ozono

Mañana ▼

FECHA DE VALIDEZ:

2011-09-22

FECHA DE ELABORACIÓN:

2011-09-21

HORAS	CALIDAD DEL AIRE	RIESGOS
7 - 12	Buena 1 - 50	
13 - 17	Regular 51 - 80	Las personas que son excepcionalmente sensibles al ozono y las partículas suspendidas pueden experimentar molestias en vías respiratorias.
18 - 21	Buena 1 - 50	

Ejemplo del Pronóstico de Ozono para la Ciudad de México

Calidad del aire

<http://www.calidadaire.df.gov.mx/calidadaire/index.php?opcion=1>

● Buena ● Regular ● Mala ● Muy mala ● Extremadamente mala ● No disponible



Miércoles 21 de septiembre de 2011
Reporte de las 16 horas

REGULAR
la calidad del aire es aceptable

Riesgos:

Las personas que son excepcionalmente sensibles al ozono y las partículas suspendidas pueden experimentar molestias en vías respiratorias.

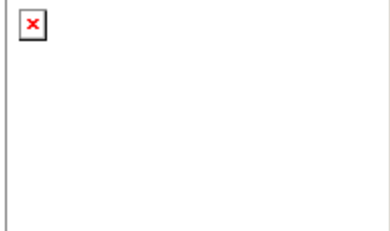
Recomendaciones



NECESITA PROTECCIÓN

Recomendaciones Ver reporte

Visibilidad [Más información...](#)



Ver cámara: ● 2

Boletines informativos

CALIDAD DEL AIRE

IMECA: 87 O₃
Regular

Reporte IMECA

Ciudad de México y su Zona Metropolitana

— D.F.
 Delegación o municipio

NOROESTE 56

NORESTE 53

CENTRO 56

SUROESTE 87

SURESTE 78

Paso 6: Diseminar el Pronóstico

- Diseminar el pronóstico de la calidad del aire (Clave ICA y comentario) a los usuarios antes de la hora límite.
- La Charla 19 cubrirá con mayor detalle la diseminación de pronósticos.
- Modalidades de diseminación:
 - Internet
 - Televisión
 - Periódicos
 - Radio
 - Correo electrónico y mensajes de texto
 - Redes sociales

Protocolo para el Pronosticado

- Es un documento escrito que describe los procedimientos diarios de la rutina pronosticadora.
- Ayuda a guiar al personal durante el proceso de pronosticado.
- Garantiza que todas las actividades se realicen de manera oportuna.
- Minimiza la toma de decisiones a última hora respecto al pronóstico (evitando así errores prevenibles).
- Mantiene un proceso uniforme entre varios pronosticadores.



Componentes Básicos de un Protocolo

- Descripciones de las condiciones meteorológicas que generan altas concentraciones de contaminantes en la zona.
- Un horario de tareas diarias y responsabilidades del personal.
- Pasos para determinar el pronóstico de la calidad del aire (rutina pronosticadora).
- Fórmulas y hojas de cálculo para documentar datos, información sobre el pronóstico, el razonamiento y comentarios que los pronosticadores pueden analizar y evaluar posteriormente.
- Datos de contacto para el personal pronosticador clave.
- Datos de contacto para los destinatarios claves.
- Procedimientos de respaldo y para la diagnosis de anomalías para efectos de generar y emitir el pronóstico.

Resumen

- Existen varios aspectos específicos que se deben definir para cada programa de pronosticado:
 - La temporada, el área de cobertura y el período temporal
 - Hora límite para entregar el pronóstico diario
 - Los usuarios del pronóstico
 - El margen de error meta para el pronóstico
- Tres componentes necesarios para finalizar el pronóstico de la calidad del aire:
 - Valor de la concentración $PM_{2.5}$ expresado en $\mu g/m^3$
 - Clave (Color) ICA correspondiente
 - Comentario sobre el pronóstico
- Los seis pasos de una rutina pronosticadora básica
- Elaboración de un protocolo del programa pronosticador:
 - Documentar la rutina pronosticadora
 - Garantizar la consistencia
 - Evitar la toma de decisiones a última hora con los pronósticos