

Informe Final 2007 del Estudio "Implementación y Operación Diaria de Modelo de Pronóstico de Contaminación Atmosférica por MP10 en Temuco" preparado para la Comisión Nacional del Medio Ambiente-Dirección Región de la Araucanía.



**Fundación Centro Nacional del Medio Ambiente
CENMA - Universidad de Chile**



INFORME FINAL

"Implementación y Operación Diaria de Modelo de Pronóstico de Contaminación Atmosférica por MP10 en Temuco"

Volumen 4

"Análisis y Propuestas de mejoramiento al Sistema de Pronóstico"

Noviembre 2007

**PREPARADO POR EL CENTRO NACIONAL DEL
MEDIO AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD DE CHILE
PARA**

**Comisión Nacional del Medio Ambiente
Dirección Región de la Araucanía**

Avenida Larraín 9975

F: 02-2994100

E-mail: comunicaciones@cenma.cl

Noviembre 2007

**INFORME FINAL
Volumen 4**

**Análisis y Propuestas de mejoramiento al Sistema de Pronóstico en Temuco
Otoño – Invierno de 2007**

CONTENIDO

1	ANÁLISIS DEL SISTEMA DE PRONÓSTICO DE EPISODIOS	2
1.1	INTRODUCCIÓN	2
1.2	ANTECEDENTES	2
2	PROPUESTAS PARA MEJORAR EL SISTEMA DE PRONÓSTICO DE MP10 EN LA IX REGIÓN.....	3
2.1	REEMPLAZO PARA EFECTOS OPERACIONALES DEL ACTUAL ÍNDICE ICAP	3
2.2	ENTREGA DE LOS RESULTADOS DEL PRONÓSTICO DE CALIDAD DE AIRE EN TÉRMINOS DE PROBABILIDADES	4
2.3	EVALUACIÓN DEL PRONÓSTICO DE CALIDAD DE AIRE CONSIDERANDO EL IMPACTO DE LA REDUCCIÓN DE EMISIONES	5
2.4	ACTUALIZACIÓN PERIÓDICA DEL INVENTARIO DE EMISIONES	5
2.5	AJUSTE DE AÑO EN AÑO DE COEFICIENTES DE LAS VARIABLES DE PRONÓSTICO	5
2.6	EXPLORAR NUEVAS ECUACIONES DE PRONÓSTICO QUE INCORPOREN VARIABLES CON AUTOAJUSTE DE COEFICIENTES	5
2.7	DESARROLLO DE NUEVAS ECUACIONES DE PRONÓSTICO DE CALIDAD DE AIRE.....	6
2.8	DESARROLLO Y APLICACIÓN DE UN SISTEMA DE PRONÓSTICO DE CALIDAD DE AIRE PARA MP 2.5	6
2.9	REALIZAR CAMPAÑAS PARA DETERMINAR LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL MP2.5	6
2.10	TRABAJO EN EQUIPO DE ESPECIALISTAS DE CONAMA IX Y CENMA	6
2.11	OPTIMIZACIÓN DE LA DETERMINACIÓN GRADIENTE TÉRMICO VERTICAL.....	6
2.12	CONTAR CON UN PERFILADOR VERTICAL DE VIENTO Y TEMPERATURA	7
2.13	REALIZAR AUDITORIAS Y FISCALIZACIÓN PERMANENTES A LAS PRINCIPALES FUENTES EMISORAS	7
2.14	REALIZAR CAMPAÑAS DE MEDICIONES PARA CONOCER LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL DE LA CONTAMINACIÓN POR MP10 EN LA IX REGIÓN	7

1 Análisis del sistema de Pronóstico de Episodios

1.1 Introducción

Sobre la base de la experiencia alcanzada por CENMA en el desarrollo y operación del sistema de pronósticos de MP10 para la Región de la Araucanía, se efectúa un análisis proponiendo acciones que apuntan al mejoramiento del pronóstico de calidad de aire.

1.2 Antecedentes

Durante el período Otoño-Invierno, se registran en Temuco episodios de contaminación atmosférica por Material Particulado (MP10) que en algunos días, además de superar la norma, alcanzan niveles de Alerta, Preemergencia y Emergencia con relación al promedio móvil de 24 horas.

Con el objetivo de proteger oportuna y eficientemente la salud de la población del efecto adverso causado en esta por episodios de alta contaminación atmosférica, por iniciativa de CONAMA IX se implementó un sistema de pronóstico de calidad de aire para MP10.

CENMA mediante sistemas estadísticos basados en Análisis de Regresión Múltiple, desarrolló las ecuaciones de pronóstico de Calidad de Aire. Como una de las variables a considerar, elaboró un Índice de Potencial Meteorológico de Contaminación Atmosférica constituido por cinco Categorías asociadas a distintas condiciones meteorológicas y de dispersión de contaminantes.

El contar con un sistema de pronóstico de calidad de aire, no obstante el margen de error asociado a todo modelo de pronóstico, ha significado un importante avance para dar aviso y tomar medidas que apunten a proteger de forma eficiente y oportuna la salud de la población. Todo modelo y sistema de pronóstico es susceptible de ser mejorado, y se debe hacer periódicamente un análisis crítico a fin de detectar falencias y proponer soluciones.

En este documento se exponen propuestas de mejoramiento al sistema de pronóstico y gestión de episodios en la Región de la Araucanía.

2 Propuestas para mejorar el sistema de pronóstico de MP10 en la IX Región

2.1 Reemplazo para efectos operacionales del actual Índice ICAP

Los máximos valores horarios y el promedio móvil de 24 horas que define el ICAP, muestran un significativo desfase temporal, lo que determina que el aviso a la población y/o la eventual toma de medidas de mitigación en episodios no sean oportunos. Esto particularmente el día de inicio o fin de los episodios, o cuando se trata de episodios de sólo un día de duración.

El valor máximo del promedio de 24 horas se registra frecuentemente, al día siguiente de registrados los máximos valores horarios. Particularmente en episodios Tipo A (t), los máximos valores horarios se registran típicamente la noche anterior al día en que se registra el máximo ICAP.

Se plantea la necesidad de realizar estudios que consideren para fines operacionales periodos menores de tiempo, por ejemplo 3 a 6 horas, ú otra metodología que apunte mejor a la detección del periodo cuando se registran los máximos horarios del episodio real, sobre la base del concepto de "dosis-duración". El aplicar las medidas de mitigación al periodo de altas concentraciones permitiría proteger oportunamente la salud de la población, que es la finalidad principal a la que apunta el PPDA.

Esto implica el estudio y desarrollo de nuevas ecuaciones de pronóstico, que permitan una aplicación más eficiente y oportuna de las medidas de reducción de emisiones.

Otra alternativa es desarrollar ecuaciones usando un periodo fijo de 24 horas en el que estén incluidos los horarios donde típicamente se dan los valores máximos de MP10 que gatilla los episodios. Por ejemplo para episodios Tipo A, siendo D el día de emisión del pronóstico, considerar el promedio comprendido entre las 06 AM del día D+1 y las 6 AM del día D+2. De esta manera quedarían incluidos los valores de MP10 asociados al periodo del "pick" diurno como los valores de MP10 asociados periodo del "pick" nocturno del día D+1 que es el que interesa pronosticar para tomar medidas oportunas de aviso y/o de mitigación.

2.2 Entrega de los resultados del Pronóstico de Calidad de Aire en términos de probabilidades

El pronóstico de calidad de aire está definido en categorías separadas por límites absolutos. Debido a esto, por ejemplo un ICAP 301(241 ug/m³) correspondiente a un día de Preemergencia y representa una categoría de diferencia respecto a un ICAP 299 (239 ug/m³) que representa una condición de de Alerta. Sin embargo, el sólo error instrumental de medición de MP10 podría dar cuenta de esa diferencia.

Considerando que todo modelo de pronóstico tiene asociado un error medio o error típico, se sugiere entregar el resultado del pronóstico de calidad de aire en términos de probabilidades asociada a rangos esperados de MP10 que incorporen la incerteza asociada al error típico del modelo. La entrega de este resultado debiera ir acompañada por una opinión experta de los profesionales que operan el sistema de pronóstico respecto a los resultados que arroja el modelo.

El entregar los resultados en términos probabilísticos, ayudaría a un mejor entendimiento por parte de la ciudadanía respecto del Modelo de Calidad de Aire, sus potencialidades y también sus limitaciones. Se educaría a los medios de comunicación, evitando que cuando el resultado del modelo y la calidad de aire constatada estén dentro del error típico lo que es un acierto, los medios de comunicación afirmen que hubo un error del sistema de pronóstico.

2.2.1 Difusión de valores horarios, del ICAP y de los pronósticos de calidad de aire

Se recomienda como necesario la difusión en línea no sólo del valor del ICAP, sino también de los valores horarios de MP10 de cada estación de monitoreo, a través de sitios Web, y también medios de difusión.

Los pronósticos de calidad de aire deben ser emitidos de forma oportuna tanto a la Autoridad Ambiental que debe tomar las medidas de aviso y/o de de mitigación en caso de episodios, como a los Municipios y a la ciudadanía a través de los distintos medios de comunicación. La ciudadanía tiene el derecho de saber y la autoridad ambiental el deber de informar.

2.3 Evaluación del pronóstico de Calidad de Aire considerando el impacto de la reducción de emisiones

Para la evaluación de los pronósticos es necesario comparar el valor pronosticado con los valores registrados, determinando además si el valor medido incorpora o no un efecto de reducción o mitigación de emisiones. Esta disminución de las emisiones puede ser debida a la toma de contramedidas y/o a la reducción voluntaria de las emisiones por parte de la población al preverse un episodio de alta contaminación.

A través de estudios es necesario cuantificar la potencial reducción de las emisiones y concentraciones resultantes, asociadas a la toma de medidas, y/o a la reducción voluntaria de la ciudadanía en las situaciones de excepción. (Alertas y Preemergencias).

Conocer estos valores es de gran importancia para determinar, además, la efectividad y oportunidad de la aplicación de medidas. Desde un punto de vista operacional y apuntando a la protección de la salud de la población, lo recomendable sería que, dado un pronóstico adverso de calidad de aire, las reducciones de emisiones fueran lo suficientemente eficientes y oportunas, de modo que no se alcancen los valores de mala calidad de aire pronosticados o al menos se mitiguen de forma significativa.

2.4 Actualización periódica del Inventario de Emisiones

Se sugiere determinar el impacto real de la reducción de emisiones en episodios, y del aumento o disminución de fuentes emisoras a través de escenarios de simulación construidos sobre la base de Inventarios de Emisiones dinámicos, esto es periódicamente actualizado. Es necesario incorporar en la simulación y modelación las variables meteorológicas para que los resultados sean comparables.

2.5 Ajuste de año en año de coeficientes de las variables de pronóstico

Es necesario actualizar anualmente los coeficientes de las variables consideradas en las ecuaciones de pronóstico, una vez finalizado el período Otoño-Invierno. Esto con el fin de incorporar los cambios de tendencia respecto de las emisiones y concentraciones resultantes. De acuerdo al experto norteamericano Joseph C. Cassmassi, autor del modelo oficial de pronóstico de MP10 para Santiago y que utiliza una metodología similar al implementado en la Región de la Araucanía, la actualización de los coeficientes de las variables de pronóstico sería la medida más acertada a aplicar en el corto plazo, desde un punto de vista costo-efectivo.

2.6 Explorar nuevas ecuaciones de pronóstico que incorporen variables con autoajuste de coeficientes

Esta es otra forma posible de abordar los cambios de tendencia en las emisiones y concentraciones resultantes que ocurren de año en año, como la contemplada en el modelo MOS de Misumi. Este sistema inicialmente desarrollado para Santiago, a través de estudios específicos, es replicable a otras ciudades y Regiones del País, como sería el caso de Temuco y Padre Las Casas.

2.7 Desarrollo de nuevas ecuaciones de pronóstico de calidad de aire

Es conveniente desarrollar nuevas ecuaciones de pronóstico de calidad de aire, que incorporen variables como el gradiente de estabilidad vertical entre Oyama y Padre Las Casas.

Se recomienda en paralelo a la operación del modelo oficial, probar otras metodologías de pronóstico. Estas pueden ser del tipo estadístico MOS (Model Output Statistics), Neuronales (Neuronal Net Works), o del tipo numérico con modelos acoplados físico-químicos. Estos modelos alternativos pueden ser desarrollados y/u operados por Instituciones Regionales como Universidades.

2.8 Desarrollo y aplicación de un sistema de pronóstico de calidad de aire para MP 2.5

Se conoce a través de la literatura científica internacional, que la fracción del material particulado respirable más agresiva para la salud corresponde al MP2.5. Estudios realizados en Temuco muestran que particularmente en invierno la fracción fina MP2.5 derivada principalmente de la combustión de leña es del orden de un 80 % o más del MP10. Se recomienda medir de forma continua la fracción MP2.5, desarrollar ecuaciones y efectuar operacionalmente pronósticos para este contaminante.

2.9 Realizar campañas para determinar la composición química del MP2.5

Para conocer mejor los procesos de formación y distribución espacial y temporal en la IX Región del MP2.5, es necesario continuar con campañas de medición, estudios actualizados y análisis de su composición química. Las zonas de muestreo debieran establecerse para diferentes lugares y distintas épocas del año.

2.10 Trabajo en equipo de especialistas de CONAMA IX y CENMA

Durante 2007 se logró una muy buena interacción entre los especialistas de CENMA con las contrapartes técnicas de CONAMA IX.

Se recomienda mantener y fortalecer el trabajo en equipo que apunte al mejoramiento de la Gestión de Episodios, mediante reuniones y discusiones técnicas periódicas entre los especialistas de CONAMA Región de la Araucanía y la contraparte que esté a cargo del Sistema de Pronóstico.

2.11 Optimización de la determinación gradiente térmico vertical

La estabilidad a niveles bajos determina en buena medida durante el período Otoño-Invierno, la ocurrencia de episodios por MP10 en la IX Región. En 2007 CONAMA IX dio un paso muy importante al instalar en el Cerro Oyama una estación meteorológica que permite, entre otras cosas determinar el gradiente vertical de temperatura a nivel regional, considerando la diferencia de temperatura entre las estaciones Oyama y Las Encinas.

Para determinar la estabilidad a escala local, se recomienda la instalación de una torre meteorológica en las Encinas que permita mediciones de temperatura a diferentes niveles por ejemplo 2, 10 y 22 metros, o instalar una estación meteorológica sobre un edificio de manera que cumpla con las normas de exposición OMM.

La integración continua de las mediciones de temperatura a diferentes niveles entregaría información relevante para estudios, seguimiento y pronóstico de MP10.

2.12 Contar con un perfilador vertical de viento y temperatura

Un perfilador vertical de viento y temperatura, es de gran utilidad en la detección, diagnóstico, estudio y seguimiento de los episodios de alta contaminación atmosférica. A través de este equipo se puede inferir y determinar la evolución de la capa de mezcla superficial y el factor de ventilación. Los perfiladores verticales de última generación son significativamente más baratos que los que se fabricaban años atrás y son más fácilmente transportables.

2.13 Realizar auditorias y fiscalización permanentes a las principales fuentes emisoras

Esta actividad a juicio de CENMA debiera tener carácter permanente a fin de asegurar la certeza de los datos, de modo de poder diseñar inventarios de emisiones confiables, que respalden los estudios de impacto ambiental y las medidas a tomar por la Autoridad.

2.14 Realizar campañas de mediciones para conocer la distribución espacial y temporal de la contaminación por MP10 en la IX Región

Se recomienda realizar estudios actualizados que permitan conocer la distribución espacial y temporal de las concentraciones de MP10. Para esto sería conveniente realizar campañas de mediciones, por ejemplo mediante un vehículo instrumentado en el período otoño-invierno, particularmente en días que se prevea altos índices de contaminación atmosférica por MP10.