

000001



**INFORME TECNICO
PARA DECLARAR ZONA SATURADA POR MATERIAL
PARTICULADO RESPIRABLE MP₁₀ A LAS COMUNAS DE
TALCA Y MAULE**

Elaborado por: Maria Alejandra Gómez Dabanch
Revisado por: Mónica Rivera Farias

**Comisión Nacional del Medio Ambiente
Región del Maule, Diciembre 2009**

RESUMEN

Actualmente la comuna de Talca tiene (según Censo del año 2002) una población de 201.797 habitantes que se encuentran expuestos a significativas concentraciones de material particulado MP_{10} ¹ debido principalmente a la combustión residencial de leña durante el invierno.

La comuna de Talca cuenta con tres estaciones de monitoreo, las cuales son administradas por la Secretaría Regional del Ministerio de Salud. Estas estaciones miden material particulado respirable de tamaño aerodinámico menor a 10 micrones (MP_{10}).

De las estaciones permanentes de monitoreo, la estación denominada La Florida, declarada EMRP mediante Resolución N°205 de fecha 21 de marzo de 2005, ha registrado concentraciones de material particulado respirable MP_{10} mayores a los valores límites anuales y diarios, establecidos en la norma de material particulado respirable como concentración de 24 horas ($150 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$) y anual ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$), para los años 2005-2006-2007-2008. Las otras dos estaciones ubicadas en la comuna de Talca, Monte Baeza y U. de Talca, cuentan con impactadotes de tipo Harvard, dichas estaciones también han registrado valores por sobre norma.

Debido a la superación de los parámetros establecidos en la norma de calidad primaria de MP_{10} , la SEREMI de Salud del Maule, solicitó a la COREMA con fecha 18 de mayo del 2007 iniciar el proceso para declarar zona saturada por MP_{10} a la comuna de Talca.

Con fecha 31 de mayo del 2007 la SEREMI de Salud del Maule hace llegar a CONAMA Región del Maule, mediante Ordinario N° 989 el informe técnico de monitoreo de la calidad del aire de Talca correspondiente a los años 2004, 2005 y 2006.

Durante el año 2008, CONAMA Región del Maule, a través de la empresa consultora Ambiosis S.A., realiza el estudio "*Inventario de Emisiones de Contaminantes Atmosféricos y Definición de Área de Influencia de las Emisiones que Causan el Efecto de Saturación por MP_{10} en la comuna de Talca y sus alrededores*".

En sesión ordinaria de COREMA de fecha 4 de febrero del 2009, los miembros presentes acordaron solicitar la declaración de zona saturada por material particulado respirable MP_{10} para las comunas de Talca y Maule, apoyados en el Informe Técnico del estudio anteriormente mencionado y en la propuesta realizada por los profesionales de Control de la Contaminación Atmosférica de CONAMA.

Respecto al área propuesta a declarar como zona saturada, corresponde a aquella que comprende a la totalidad de las comunas de Talca y Maule. La declaración de esta área se justifica por los siguientes motivos:

- Las principales fuentes que impactan la calidad del aire en la comuna de Talca son locales, principalmente la combustión residencial por leña para calefacción y afectan mayoritariamente al área urbana de la comuna de Talca.
- El crecimiento del área urbana de la comuna de Talca ha sobrepasado los límites comunales hacia el sur, ocupando territorios de la comuna vecina de Maule en su proceso expansivo de crecimiento.
- La delimitación político-administrativo del área a declarar como saturada facilitará la aplicación de las medidas del futuro Plan de Descontaminación Atmosférico de las comunas de Talca y Maule.

¹ Material particulado respirable de tamaño aerodinámico menor a 10 micrones
Conama Región del Maule
Informe Técnico para Declarar Zona Saturada a las Comunas de Talca y Maule.

1. ANTECEDENTES GENERALES.

Las comunas de Talca y Maule, se encuentran ubicadas en la región del Maule, la cual se extiende entre los 34°41' y 36°33' de latitud Sur y desde los 70°20' de longitud Oeste hasta el Océano Pacífico, cuenta con 30.469 km² de superficie y una población de 908.097 habitantes (Censo, 2002).

La comuna de Talca es la capital regional del Maule, se encuentra ubicada en el centro de la región del Maule entre los 35°25' de latitud sur y desde los 71°40' longitud oeste. Según el Censo del 2002 la comuna de Talca cuenta con 232 km² de superficie y una población de 202.797 habitantes. Sus límites son por el norte las comunas de San Rafael y Pelarco; por el Oeste los cerros del Valle de Péncahue; por el Sur el estero Caiván, que la separa de la comuna de Maule, y por el este la comuna de San Clemente.

La comuna de Maule se encuentra ubicada al sur de la comuna de Talca. Cuenta con 190 km² de superficie y una población de 16.837 habitantes según el Censo, 2002.

Las comunas de Talca y Maule se ubican en un sector central adyacente a la Cordillera de la Costa, encontrándose influencia de vientos marinos, razón por la cual el verano es muy caluroso y seco (Diciembre a Marzo). El período libre de heladas dura entre 9 y 10 meses.

El área que involucra las comunas de Talca y Maule, tienen una característica geomorfológica de cuenca cerrada por los cerros y por la cordillera de la costa con flujo de vientos que viene desde el sur en un 80 por ciento en una gran parte del año, los que pasan aproximadamente a una altura de 800 metros por sobre la ciudad, ya que esta se encuentra en una cuenca a 90 metros sobre el nivel del Mar, y es por ello que poseen una baja dispersión del material particulado.

2. ANTECEDENTES METEOROLOGICOS.

La Dirección Meteorológica de Chile (DMC) define la climatología de la Región del Maule de la siguiente manera: "Debido a la menor elevación que alcanzan en esta Región ambas cordilleras, que no son suficientes para definir climas claramente diferentes en las zonas que ocupan, en la VII Región se ha identificado un solo tipo climático, que corresponde al templado cálido con estación seca de 4 a 5 meses, aunque las diferencias de relieve y de latitud en la región definen diferencias apreciables en los montos anuales de agua caída y en la duración de estación seca".

A continuación se describe el tipo de clima definido por la DMC.

- "Clima templado calido con estación seca 4 a 5 meses: En esta Región, las precipitaciones son casi exclusivamente de origen frontal y más abundantes en invierno. El total de las precipitaciones entre mayo y agosto alcanza al 70% a 75% del total anual, lo que indica que en estas latitudes las precipitaciones que no son invernales alcanzan ya cierta importancia. Entre octubre y marzo ocurre la estación seca, que se prolonga por 4 hasta 6 meses, en que llueve menos de 40 mm. mensuales. En el invierno se presentan intensas nevazones en la cordillera que se constituyen en importantes reservas hídricas para la temporada estival y definen el desarrollo de los sistemas fluviales de la zona.

Las temperaturas medias anuales varían entre unos 13° y 15° C, observándose algunos sectores como Talca, con temperaturas mayores a las de Santiago, en especial en verano.

La cercanía del océano y la continentalidad también determinan diferentes niveles de amplitud térmica. La diferencia térmica entre el mes más cálido y el más frío es de 5° a 7° C en la costa (Constitución y Punta Carranza), en cambio alcanza los 13° en Curicó y Cauquenes y 14° en Talca y Linares. También la oscilación térmica diaria es desigual, la diferencia media entre las máximas y las mínimas es inferior a 11° C en Constitución y supera los 14° C en Curicó y Talca.²

Para la realización del análisis meteorológico, se dispone de información meteorológica de un año completo (enero-diciembre 2006) de la estación meteorológica La Florida.

Los datos de información meteorológica se ingresan al modelo AERMET de AERMOD³ el cual procesa la meteorología entregando rosas de los vientos y distribución de frecuencias de los vientos.

² Fuente: www.meteochile.cl.

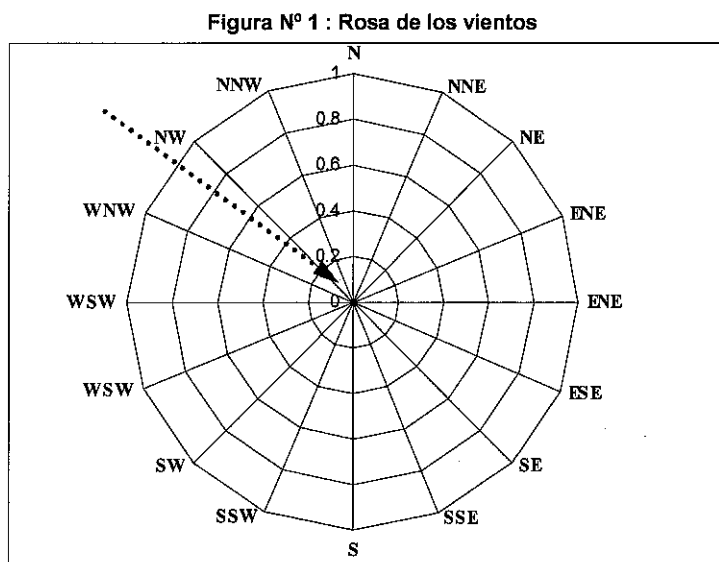
³ AERMOD consiste en un sistema de modelación formado por tres componentes: AERMOD, modelo de dispersión; AERMAP procesador de terreno y AERMET, procesador meteorológico.

Se cuenta con análisis de los siguientes escenarios meteorológicos:

- Periodo Anual
- Verano
- Otoño
- Invierno
- Primavera.

2.1. Análisis meteorológico periodo anual

A continuación se entregan gráficos de rosa de los vientos, esta información nos proporcionara la dirección predominante de los vientos, indicando sus velocidades. En la rosa de los vientos se indican desde donde provienen los vientos tal como se muestra en la Figura N° 1. Esta es la convención ocupada en meteorología terrestre.



La Figura N° 2, nos indica que el viento predominante viene en dirección NNW⁴ y NNE⁵, esto significa que se dirigen hacia el SSE⁶ y SSW⁷ respectivamente. Estos se distribuyen en velocidades desde 0.5 a 3.5 [m/s]. También se observan vientos que vienen desde el SW⁸, con velocidades entre los 0.5 -2.5 [m/s].

⁴ NNW. Norte Noroeste

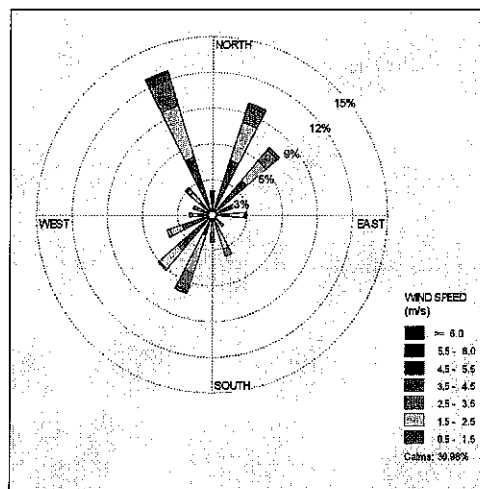
⁵ NNE: Norte Noreste

⁶ SSE: Sur Sudeste

⁷ SSW: Sur Sudoeste

⁸ SW: Sudoeste

Figura N° 2 : Rosa de los vientos periodo anual



Fuente: Inventario de emisiones de contaminantes atmosféricos y definición de área de influencia saturada por MP_{10} en la ciudad de Talca y sus alrededores. Ambiosis, 2008.

La rosa de los vientos nos indica que los vientos que predominan están entre los 0.5-1.5 [m/s] con un 32.8% de frecuencia, y las calmas, es decir valores menores a 0.5 [m/s], con un 31 % de frecuencia.

En conclusión para el periodo anual, los vientos vienen desde el NNW y NNE con velocidades predominantes tales como calmas y velocidades entre 0.5-1.5 [m/s].

2.2. Análisis meteorológicos por estaciones del año

Se analizan las estaciones del año, presentadas en la Tabla N° 1. Se agrupan las estaciones por similitud, es decir primavera y verano, otoño e invierno para su análisis.

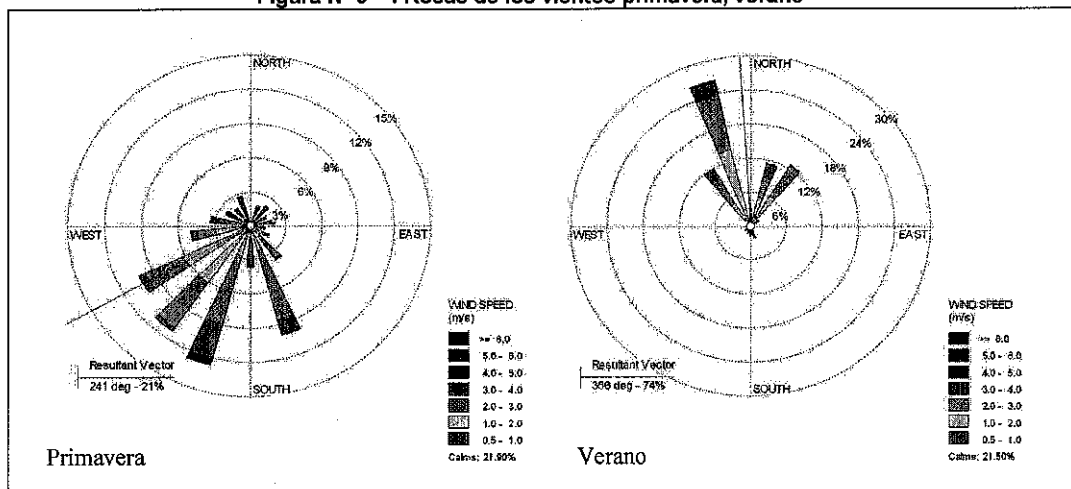
Tabla N° 1 : Estaciones del año

Escenarios	Dias de analisis
Verano	22 diciembre- 21 marzo
Otoño	21 marzo - 22 junio
Invierno	22 junio - 24 septiembre
Primavera	24 septiembre - 22 diciembre

• Análisis Primavera y Verano

Debido a su parecido en las condiciones atmosféricas se analizan en conjunto estas dos estaciones. En la Figura N° 3 vemos que en primavera el viento proviene desde el SW con velocidades del orden de 1.0-4.0 [m/s], en cambio en verano cambia la dirección del viento, este viene desde el NNW a velocidades de 1.0-4.0 [m/s].

Figura N° 3 : Rosas de los vientos primavera, verano



Fuente: Inventario de emisiones de contaminantes atmosféricos y definición de área de influencia saturada por MP_{10} en la ciudad de Talca y sus alrededores. Ambiosis, 2008.

Observando la Figura 3, esta nos indica que en primavera predominan vientos del orden de 2.0-3.0[m/s], con un 33.4% de frecuencia, velocidades un poco menores entre 1.0-2.0 [m/s] pertenecen aun 32.3%, las calmas también tienen un porcentaje considerable de un 21.9% de frecuencia.

En verano las distribuciones de frecuencias que toman las velocidades de los vientos son muy similares a la estación primavera, la gran diferencia es que aumentan los vientos del orden de 1.0-2.0 [m/s] con un 38.7% de frecuencia, siendo estos los predominantes.

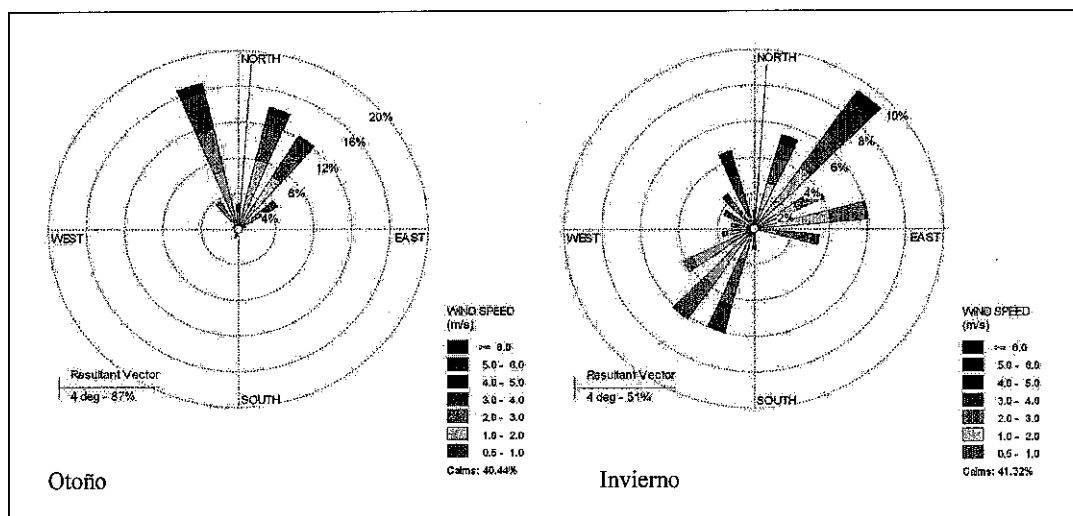
En conclusión en primavera los vientos provienen desde el SW a velocidades desde 2.0 a 3.0 [m/s], en cambio en verano los vientos provienen desde el NNW a velocidades desde 1.0 a 2.0 [m/s].

- **Análisis Otoño e Invierno**

Se analizan las estaciones de otoño e invierno debido a sus parecidos en sus condiciones meteorológicas.

En la Figura N°4, es posible observar que la dirección de los vientos empieza a cambiar en otoño, nace una componente en dirección NNE, es decir que el viento se dirige hacia el SSW. Siguen predominando las velocidades entre 1.0 a 4.0 [m/s]. En cambio en invierno ya se establecen los vientos NW⁹, apareciendo vientos opuestos los cuales vienen desde el SW. Las velocidades que predominan son entre 1.0 a 4.0 [m/s].

Figura N° 4 : Rosa de los vientos otoño, invierno



Fuente: Inventario de emisiones de contaminantes atmosféricos y definición de área de influencia saturada por MP_{10} en la ciudad de Talca y sus alrededores. Ambiosis, 2008.

En las dos estaciones el porcentaje de las calmas es elevado, para otoño con un 40.4% y en invierno con un 41.3% de frecuencia. En consecuencia en otoño el viento proviene desde el N¹⁰ a velocidades menores 0.5 [m/s] y a 1.0-2.0[m/s] principalmente.

⁹ NW: Noroeste

¹⁰ N: Norte

3. ANTECEDENTES DE LA CALIDAD DEL AIRE.

En las comunas de Talca y Maule se han registrado dos instancias de observación de contaminantes. La primera comenzó en forma indirecta el año 1988 con los registros de bruma, polvo en suspensión que acorta la visibilidad a menos de un kilómetro, que normalmente aparece en las épocas otoño e invierno en ambas comunas.

La segunda instancia comenzó con el establecimiento de la red de monitoreo en la comuna de Talca el año 2004. Esta red monitorea material particulado respirable y cuenta con tres estaciones de monitoreo como muestra la Tabla N°2 y según lo indica el "Informe Técnico de Monitoreo de la Calidad del Aire 2004, 2005 y 2006" elaborado por la Secretaría Regional del Ministerio (SEREMI) de Salud del Maule en el año 2007.

Tabla N° 2 . Estaciones de Monitoreo de la ciudad de Talca

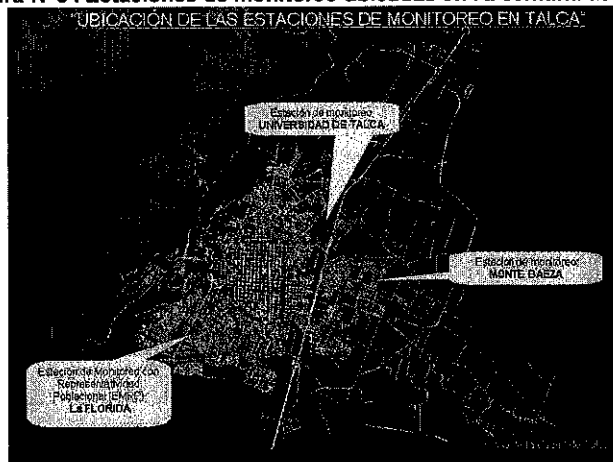
Estaciones Monitoras	Comuna	Operador Red Monitoreo	Contaminante Medidos	N° Res. Sanitaria	Fecha Resolución Sanitaria
La Florida	Talca	SEREMI SALUD	MP ₁₀ , MP _{2.5}	205	21 marzo 2005
Universidad de Talca			MP ₁₀ , MP _{2.5}	No aplica	
Monte Baeza			MP ₁₀	No aplica	

Fuente: Inventario de emisiones de contaminantes atmosféricos y definición de área de influencia saturada por MP₁₀ en la ciudad de Talca y sus alrededores. Ambiosis, 2008.

Las estaciones Universidad de Talca y Monte Baeza cuentan con monitores del tipo Harvard, equipos que son aceptados por norma para monitoreo diagnóstico. La estación La Florida cuenta con un equipo semiautomático, dicotómico modelo Partisol Plus 2025 que se utiliza para monitoreo discreto de MP₁₀ y MP_{2.5}.

La Figura N°5 presenta la ubicación de las tres estaciones de monitoreo del SEREMI de Salud del Maule.

Figura N°5 . Estaciones de monitoreo ubicadas en la comuna de Talca



Fuente: SEREMI de Salud del Maule.

El problema de calidad del aire habría comenzado por la gran cantidad de calles sin pavimentar que generan polvo en suspensión, y siguió por el desarrollo de las empresas y chimeneas que se encuentran aún dentro del radio urbano de la comuna.

Según los análisis realizados a los datos de MP₁₀ disponibles para las tres estaciones de monitoreo, para los años 2005, 2006 y 2007, muestran que los mayores niveles de material particulado se producen en el período mayo a agosto de cada año. Por ejemplo, la estación La Florida supera frecuentemente la norma diaria para material particulado en este periodo. Cabe señalar que las mediciones de esta estación son de tipo discretas realizándose día por medio.

La Tabla N° 3, muestra las coordenadas geográficas de cada una de las estaciones de monitoreo de la comuna de Talca.

Tabla N° 3 : Coordenadas de las estaciones de monitoreo, Datum WGS 84 Zona 19

Estaciones de Monitoreo	UTM m E	UTM m N	Latitud S	Longitud W
Monte Baeza	262146	6076682	35° 25' 29,64"	71° 37' 11,59"
Universidad de Talca	260875	6078706	35° 24' 22,91"	71° 37' 59,80"
La Florida	256889	6075384	35° 26' 7,16"	71° 40' 41,23"

Fuente: Inventario de emisiones de contaminantes atmosféricos y definición de área de influencia saturada por MP₁₀ en la ciudad de Talca y sus alrededores. Ambiosis, 2008

Para definir el área de influencia de la zona saturada por MP₁₀ se utilizó la información de calidad de aire registrada durante los años 2005, 2006 y 2007, del contaminante MP₁₀, para las tres estaciones de monitoreo. Además, se modeló la dispersión de MP₁₀ utilizando el inventario de emisiones elaborado por la consultora Ambiosis S.A.

Se analizaron los datos según la Norma de Calidad Primaria para MP₁₀, D.S. N°59/98 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia de la República.

3.1. Norma diaria de Material Particulado Respirable MP₁₀ (Percentil 98, 24 horas)

Según el Título II, artículo 2 del Decreto Supremo 59/98 del Minsegespres. "Se considerará sobrepasada la norma de calidad del aire para material particulado respirable cuando el Percentil 98 de las concentraciones de 24 horas registradas durante un período anual en cualquier estación monitorea clasificada como EMRP¹¹, sea mayor o igual a 150 [µg/m³]"

La Tabla N° 4 presenta los datos de calidad del aire obtenidos de las tres estaciones de monitoreo de Talca.

Tabla N° 4 : Cumplimiento de la Norma, Percentil 98, 24 horas

Años	Monte Baeza [µg/m ³]	Universidad de Talca [µg/m ³]	La Florida [µg/m ³]	Estación que sobrepasa la norma (*)
2005	109	128	299	La Florida
2006	190	136	165	Monte Baeza y La Florida
2007	110	116	218	La Florida

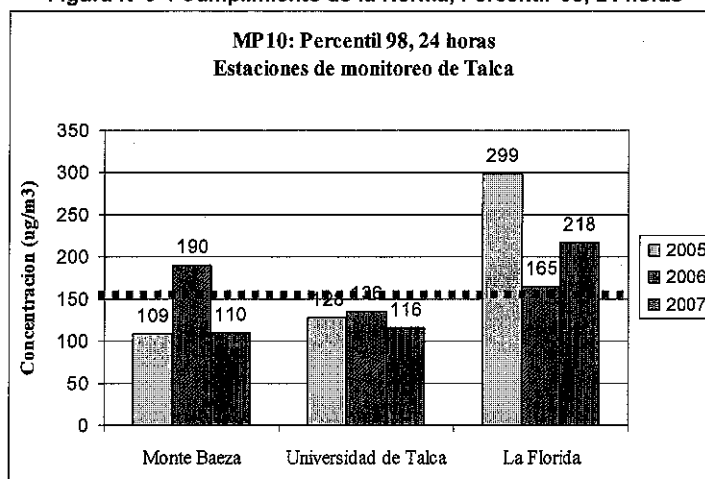
(*) La norma actual para Material Particulado Respirable MP₁₀ es Percentil 98, 24 horas menor a 150 [µg/m³]

Fuente: Inventario de emisiones de contaminantes atmosféricos y definición de área de influencia saturada por MP₁₀ en la ciudad de Talca y sus alrededores. Ambiosis, 2008.

¹¹ EMRP: Estación monitorea representativa poblacionalmente.

La Figura N°6 presenta los datos de la Tabla N°4 de manera gráfica.

Figura N°6 : Cumplimiento de la Norma, Percentil 98, 24 horas



Fuente: Inventario de emisiones de contaminantes atmosféricos y definición de área de influencia saturada por MP_{10} en la ciudad de Talca y sus alrededores. Ambiosis, 2008

Según el Título II, artículo 2 del Decreto Supremo 59/98 del Minsegespres. "asimismo se considerará superada la norma, si antes que concluyese el primer período anual de mediciones certificadas por el Servicio de Salud competente se registrare en alguna de las estaciones monitoras de material particulado respirable MP_{10} clasificada como EMRP¹², un número de días con mediciones sobre el valor de a $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ mayor que siete".

Al respecto cabe mencionar que durante los años 2005, 2006 y 2007 de monitoreo, en la estación monitora La Florida se registraron concentraciones de material particulado respirable MP_{10} mayores a $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en **más de siete (7)** entre los meses de marzo a agosto.

3.2. Norma Anual de Material Particulado Respirable MP_{10}

Según el Título II, artículo 2 del Decreto Supremo 59/98 del Minsegespres, "Se considerará sobrepasada la norma primaria anual de calidad del aire para material particulado respirable MP_{10} , cuando la concentración anual calculada como promedio aritmético de tres años calendario consecutivos en cualquier estación monitora clasificada como EMRP, sea mayor o igual que $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ".

¹² EMRP: Estación monitora representativa poblacionalmente.

La Tabla N°5 representa los promedios de concentración anual de MP_{10} para cada una de las estaciones de monitoreo. Se constata que la concentración de la estación La Florida sobrepasa el valor de la norma en un 26%. Sin dejar de mencionar que para las otras estaciones los valores son próximos a $50 \mu g / m^3$.

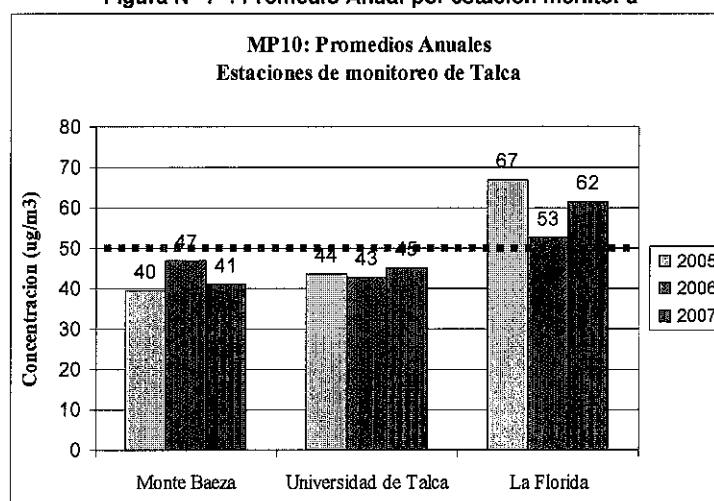
Tabla N°5 : Cumplimiento de la norma

Promedio Anual Tres Años (2005-2007) $50 \mu g / m^3$		
Monte Baeza	Universidad de Talca	La Florida
43	44	63

Fuente: Inventario de emisiones de contaminantes atmosféricos y definición de área de influencia saturada por MP_{10} en la ciudad de Talca y sus alrededores. Ambiosis, 2008.

La Figura N°7 muestra las concentraciones anuales de material particulado en cada una de las estaciones, en particular la estación La Florida sobrepasa los $50 \mu g / m^3$.

Figura N° 7 : Promedio Anual por estación monitor a



Fuente: Inventario de emisiones de contaminantes atmosféricos y definición de área de influencia saturada por MP_{10} en la ciudad de Talca y sus alrededores. Ambiosis, 2008

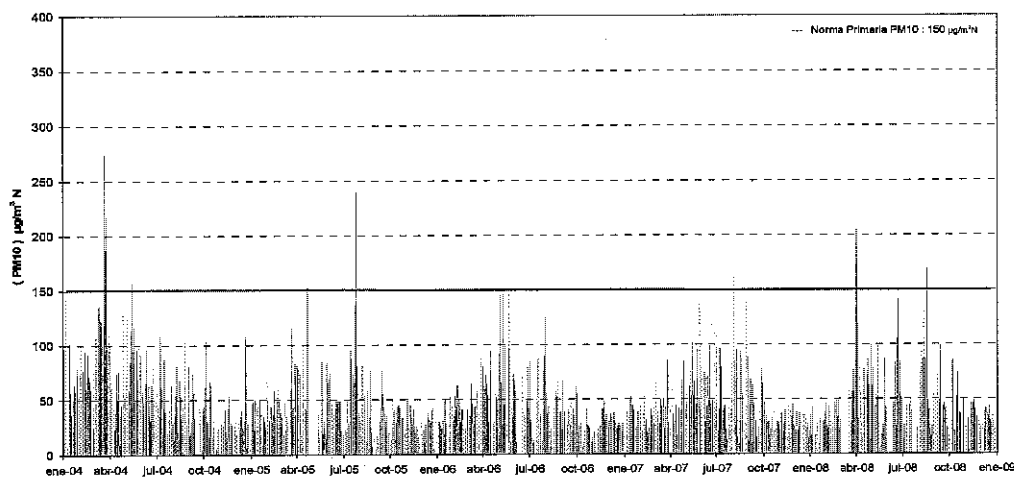
3.3 Análisis de Datos de Material Particulado Respirable.

A continuación se presenta un análisis¹³ de los datos obtenidos en el monitoreo realizado en la ciudad de Talca entre los años 2004 al 2008 del material particulado respirable, fracción fina MP_{2,5} y fracción gruesa MP₁₀.

3.3.1. Material Particulado Respirable MP₁₀

La Figura N°8 muestra la serie de tiempo entre enero 2004 y enero 2009 para la estación de monitoreo Universidad de Talca, en ella se puede observar que a pesar de que prácticamente no se ve sobrepasada la norma diaria de material particulado respirable MP₁₀, los aumentos en las concentraciones de material particulado se producen entre los meses de mayo y agosto.

Figura N° 8
Estación: U. de Talca - Serie de Tiempo
Contaminante: Material Particulado Respirable (PM10)

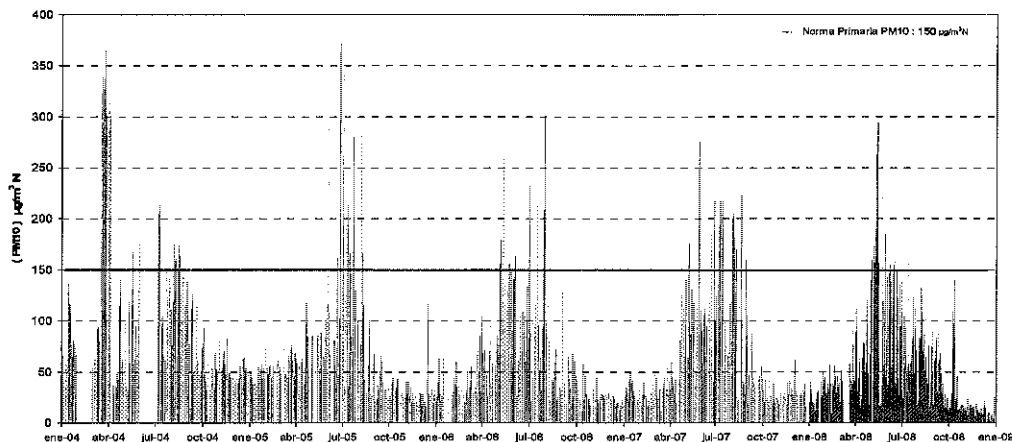


La Figura N°9 muestra la serie de tiempo entre enero 2004 y enero 2009 para la estación de monitoreo La Florida, en la cual se observa que la norma diaria de material particulado respirable MP₁₀, fue sobrepasada en reiteradas ocasiones, entre los meses de mayo y agosto.

¹³ La fuente de información para el análisis corresponde a los datos de monitoreo de calidad de aire, obtenidos en las estaciones monitoras de la comuna de Talca, las que son administradas por la Seremi de Salud del Maule.
Conama Región del Maule
Informe Técnico para Declarar Zona Saturada a las Comunas de Talca y Maule.

Figura N°9

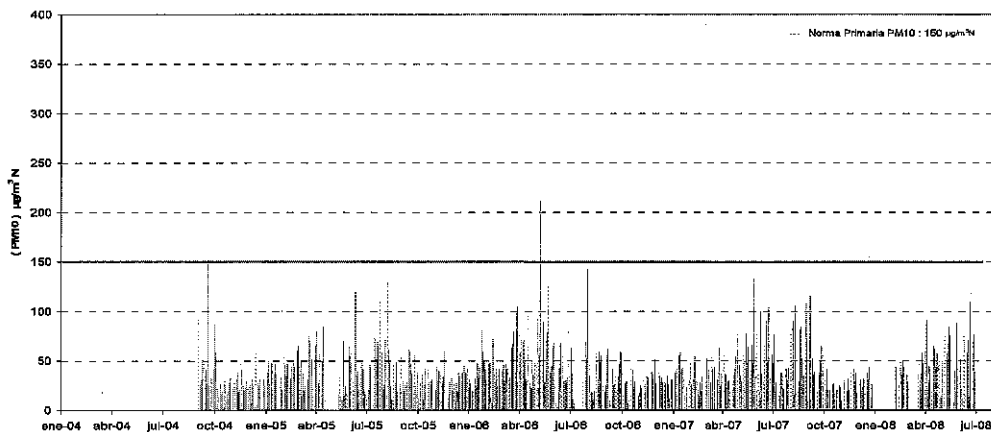
Estación: La Florida - Serie de Tiempo
Contaminante: Material Particulado Respirable (PM10)



La Figura N° 10 muestra la serie de tiempo entre en ero 2004 y julio 2008 para la estación de monitoreo Monte Baeza, en ella se puede observar que se mantiene la tendencia de aumento en las concentraciones de material particulado respirable MP₁₀, entre los meses de mayo y agosto de cada año de monitoreo.

Figura N° 10

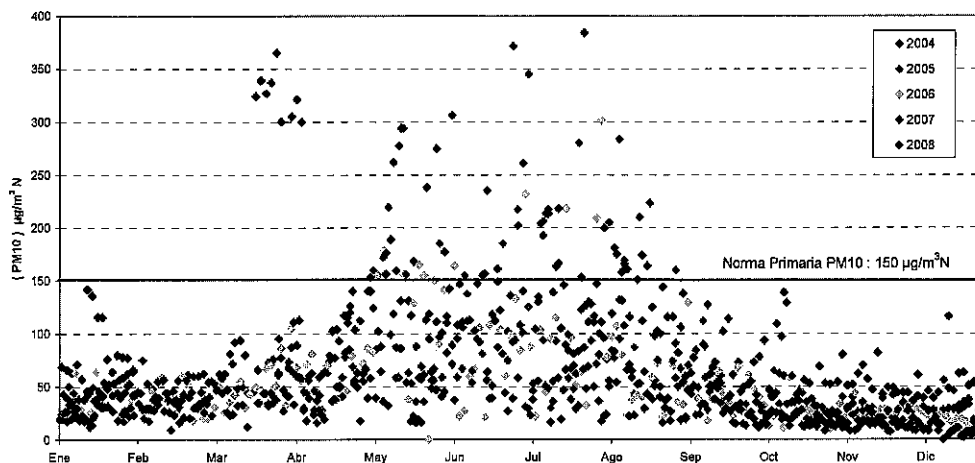
Estación: Monte Baeza - Serie de Tiempo
Contaminante: Material Particulado Respirable (PM10)



La Figura N° 11 muestra las mediciones de 24 horas de la estación de monitoreo La Florida para los años 2004 al 2008, en ella se pueden observar superaciones de norma para todos los años de monitoreo, llegando incluso en julio del año 2005 a concentraciones por sobre los 350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Esta figura muestra claramente que los episodios de superación de norma ocurren entre los meses de mayo y agosto, llegando algunos inclusive a presentarse en septiembre, como fue el caso para el año 2004 y 2007 en azul y verde respectivamente.

Figura N° 11

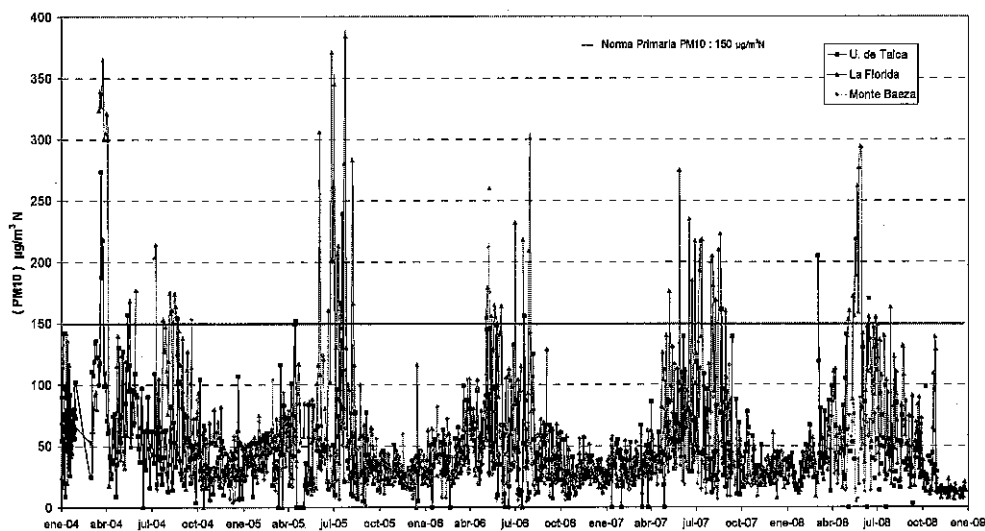
Estación: La Florida - Medición de 24 horas
Contaminante: Material Particulado Respirable (PM10)



La Figura N° 12 muestra la serie de tiempo entre en ero 2004 y enero 2009 para las tres estaciones de monitoreo ubicadas en la comuna de Talca, estación de monitoreo La Florida (en color rojo), estación de monitoreo Universidad de Talca (en color negro) y estación de monitoreo Monte Baeza (en color celeste). Esta figura sirve para corroborar lo observado en los gráficos anteriores y observar con claridad que los episodios de contaminación por material particulado ocurren entre los meses de mayo y agosto de cada año.

Figura N°12

Serie de Tiempo
Material Particulado Respirable (PM10)



La Tabla N° 6 muestra la superación de la norma primaria anual de calidad del aire para material particulado respirable MP_{10} , que corresponde a la concentración anual calculada como promedio aritmético de tres años calendario consecutivos en cualquier estación monitorea clasificada como EMRP, la norma se encuentra sobrepasada cuando este calculo arroja una concentración mayor o igual que $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Para este caso se consideraron los datos del monitoreo de la estación La Florida (EMRP) y se calcularon los promedios de concentración anual para los siguientes periodos de tres años:

- 2004 al 2006.
- 2005 al 2007.
- 2006 al 2008.

Para todos los periodos antes mencionados la norma primaria anual de calidad de aire fue superada en la estación de monitoreo La Florida.

Tabla N° 6
Material Particulado 10
Estación: La Florida

	2004 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ N}$	2005 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ N}$	2006 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ N}$	2007 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ N}$	2008 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ N}$
Enero	37	46	32	30	28
Febrero	85	55	36	27	37
Marzo	194	57	47	35	46
Abril	117	62	65	60	66
Mayo	91	70	137	100	130
Junio	111	147	87	112	99
Julio	113	165	105	110	69
Agosto	127	87	71	121	61
Septiembre	76	39	48	52	42
Octubre	53	32	27	29	33
Noviembre	55	27	26	28	14
Diciembre	48	29	21	29	10
Promedios anuales	92	68	58	61	53

Periodos (años)	2004 2005 2006	2005 2006 2007	2006 2007 2008
Promedios	73	62	57

3.3.2. Material Particulado Fino $MP_{2.5}$

A continuación se presentan las series de tiempo correspondientes al periodo de monitoreo comprendido entre enero 2004 y julio 2008 para las estaciones de monitoreo La Florida y estación de monitoreo Universidad de Talca. En las Figuras N°13 y N°14 se observa que entre los meses de mayo y agosto de cada año existe una elevada proporción del material particulado fracción fina $MP_{2.5}$ con respecto a la fracción gruesa MP_{10} . De lo anterior se puede concluir que el material particulado respirable MP_{10} corresponde en gran medida a partículas finas de $MP_{2.5}$.

Figura N°13

Estación: U. de Talca - Serie de Tiempo
Contaminante: Material Particulado Fino ($PM_{2.5}$)

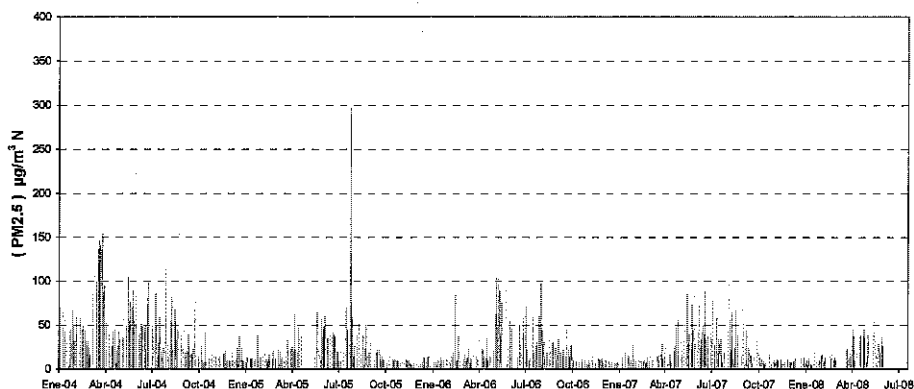
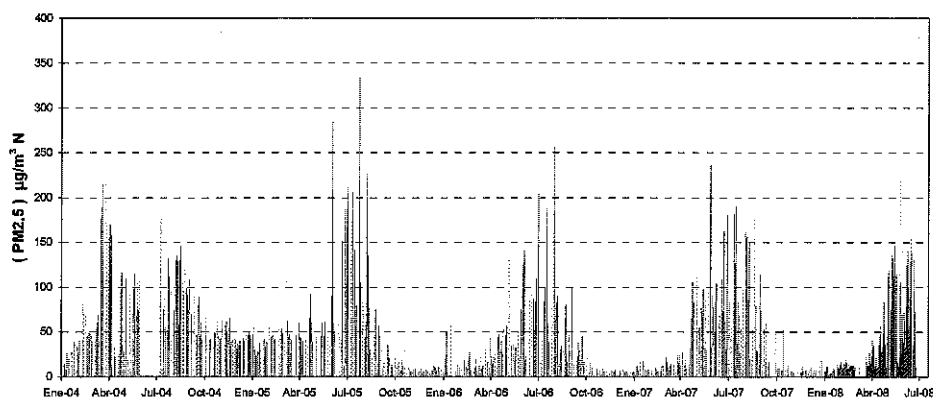


Figura N° 14

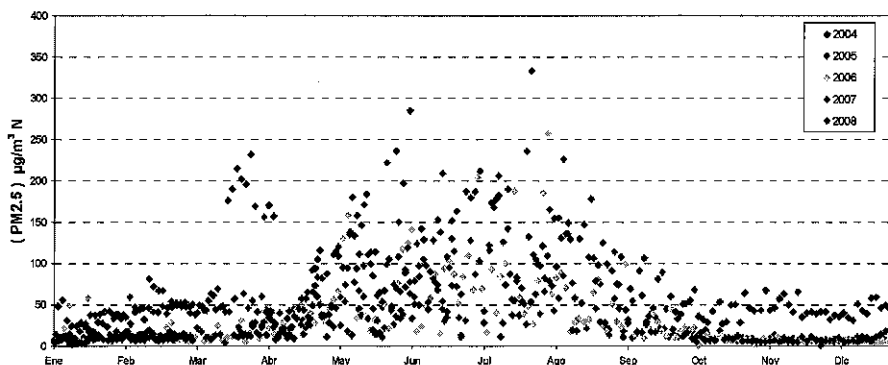
Estación: La Florida - Serie de Tiempo
Contaminante: Material Particulado Fino ($PM_{2.5}$)



La Figura N° 15 muestra las mediciones de 24 horas para el material particulado fino, para el periodo de monitoreo entre los años 2004 al 2008. En ella se puede observar los elevados valores de concentración obtenidos para la fracción fina del material particulado, alcanzando incluso para el año 2005 (en rojo en el grafico) valores de concentración por sobre los 330 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Figura N° 15

Estación: La Florida - Medición de 24 horas
Contaminante: Material Particulado Fino (PM2.5)



La Tabla N°7 presenta un resumen de los promedios anuales de concentración de la fracción fina del material particulado respirable, para el periodo de monitoreo entre los años 2004 al 2008.

Tabla N° 7

Material Particulado 2.5
Estación: La Florida

	2004 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ N}$	2005 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ N}$	2006 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ N}$	2007 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ N}$	2008 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ N}$
Enero	21	36	18	11	8
Febrero	50	48	13	9	12
Marzo	125	49	14	14	17
Abril	69	45	31	41	34
Mayo	81	51	60	79	95
Junio	90	102	74	96	86
Julio	94	130	88	94	
Agosto	107	69	61	88	
Septiembre	65	22	28	34	
Octubre	43	12	9	11	
Noviembre	47	7	7	7	
Diciembre	43	8	6	9	
Promedios anuales	69	48	34	41	42

4. ANTECEDENTES DEL INVENTARIO DE EMISIONES DE LA COMUNA DE TALCA Y SUS ALREDEDORES.

Durante el año 2008 CONAMA Maule desarrolló junto con la consultora AMBIOSIS S.A., el estudio *"Inventario de Emisiones de Contaminantes Atmosféricos y Definición de Área de Influencia de las Emisiones que Causan el Efecto de Saturación por MP10 en la Ciudad de Talca y sus alrededores"*. Dicho estudio se realizó con el objetivo de contar con los antecedentes técnicos necesarios que sirvieran de insumo para la declaración de zona, a través del desarrollo de un inventario de emisiones atmosféricas y a través de la aplicación de un modelo de dispersión de contaminantes, que permitiera delimitar el área a declarar como saturada.

4.1. Fuentes Residenciales, Combustión de Leña

La combustión residencial tiene relación con las emisiones atmosféricas que se producen al quemar algún tipo de combustible en las residencias particulares. Las emisiones en este caso dependen del tipo de combustión, composición del combustible y del equipo de combustión. Las emisiones de fuentes residenciales, se determinaron al multiplicar el consumo de combustible por el factor de emisión indicado por EPA¹⁴.

El estudio considero además una investigación cuantitativa (a modo de encuesta), en la zona urbana de la comuna de Talca, con el objeto de recopilar información acerca del uso de equipos y combustibles para calefacción domiciliaria, a fin de conocer los tipos y características de equipos de calefacción utilizados, su distribución geográfica, componente temporal (anual y diaria), el tipo y consumo de combustible, y en el caso del uso de leña, las especies y su procedencia, con el objetivo de permitir la estimación de emisiones atmosféricas en el área de estudio.

El diseño de la encuesta considero un total de 415 encuestas y los principales resultados obtenidos, fueron los siguientes:

- a. El combustible residencial más utilizado es la leña
- b. En el área urbana de la comuna de Talca el 45% de los hogares manifiesta que usa leña para calefacción
- c. El consumo de leña residencial promedio es de 2 m³/mes en promedio
- d. La especie más utilizada es el eucalipto con un 65%
- e. El calefactor empleado es mayoritariamente el denominado "combustión lenta"
- f. La primera vez que se enciende el calefactor en el año es entre Abril y Mayo, y se deja de utilizar entre Septiembre y Octubre.

¹⁴ EPA United States Environmental Protection Agency (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos).

4.2. Fuentes Fijas Industriales

En lo que respecta a las fuentes industriales, especialmente para las industrias de mayor tamaño, se cuenta con la exigencia del Decreto N° 138 del ministerio de Salud, dicho decreto establece la obligación de entregar los antecedentes necesarios para estimar las emisiones de contaminantes atmosféricos de los siguientes rubros, actividades o tipos de fuentes:

- Calderas generadoras de vapor
- Producción de celulosa
- Fundiciones primarias y secundarias
- Centrales termoeléctricas
- Producción de cemento, cal o yeso
- Producción de vidrio
- Producción de cerámica
- Siderurgia
- Petroquímica
- Asfaltos y equipos electrógenos

La información recopilada de fuentes fijas se incorporo al sistema SAIE¹⁵, el cual corresponde a un modelo de emisiones que permite administrar a nivel de división territorial (división político administrativa) la información necesaria para la estimación de emisiones atmosféricas

Se catastraron niveles de actividad correspondientes a los consumos de combustibles para cada fuente, los resultados muestran el uso principalmente de leña y sus derivados, tanto en calderas industriales como de calefacción, seguido por el petróleo diesel. Las panaderías tienen también un uso predominante de leña aunque se reportan casos de consumo de petróleo diesel y gas licuado.

Las emisiones estimadas para la comuna de Talca se obtuvieron de la multiplicación de los factores de emisión EPA y los niveles de actividad de las fuentes.

4.3. Fuentes Móviles

La metodología general para estimar emisiones vehiculares consiste en estimar los niveles de actividad de las diferentes categorías vehiculares y asociarles a cada una de ellas un nivel de emisión promedio o factor de emisión. Para el calculo de emisiones se utilizo la metodología de calculo implementada por MODEM II¹⁶ que corresponde a una metodología alternativa de asignación de flujo a la red vial.

¹⁵ SAIE: Sistema de Actualización de Inventarios de Emisiones

¹⁶ MODEM II: sistema de calculo de emisiones de fuentes móviles

La metodología de cálculo de MODEM II asume que las emisiones provienen de tres fuentes fundamentales:

- Derivadas del motor cuando este se encuentra en condiciones de operación estables (emisiones en caliente)
- De motor cuando este se encuentra frío (emisiones por partidas en frío)
- Y evaporativas (emisiones de hidrocarburos evaporados)

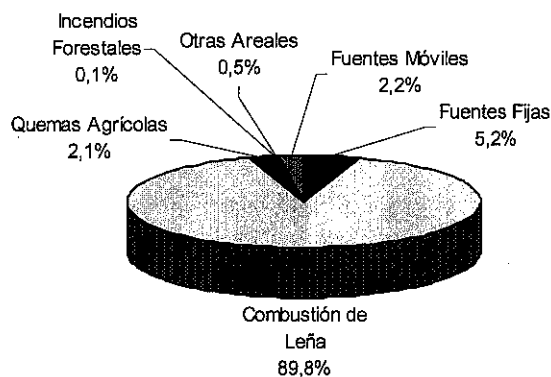
Además a estas fuentes se les suman las emisiones originadas del desgaste de frenos y neumáticos y las emisiones de polvo resuspendido de calles pavimentadas.

Paralelo a la estimación de los niveles de actividad, se incorpora al proceso de calculo el nivel de emisión de contaminantes atmosféricos generados por las diferentes categorías vehiculares.

4.4. Análisis de Resultados del Inventario de Emisiones para la Comuna de Talca y sus Alrededores

Las emisiones de MP_{10} en Talca provienen principalmente de la combustión de leña residencial alcanzando 1.311 ton de MP_{10} al año, las cuales representan cerca del 90% de las emisiones totales de MP_{10} en la comuna. La Figura N° 16 presenta el resumen del inventario de emisiones para la comuna de Talca:

Figura N° 16. Resumen inventario de emisiones para Material Particulado Respirable MP_{10}



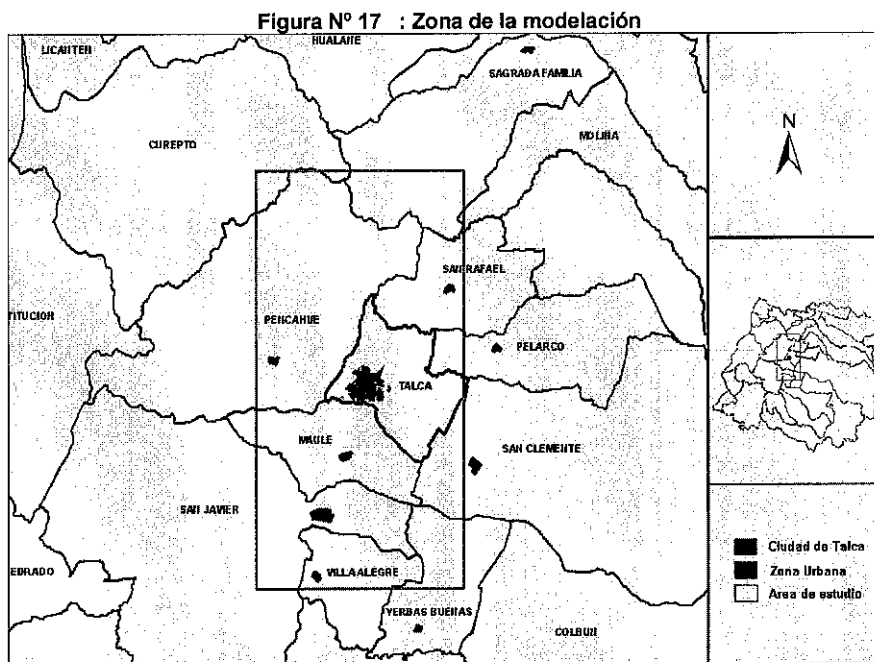
Fuente: Inventario de emisiones de contaminantes atmosféricos y definición de área de influencia saturada por MP_{10} en la ciudad de Talca y sus alrededores. Ambiosis, 2008.

5. MODELACIÓN DE DISPERSIÓN DE CONTAMINANTES PARA ESTABLECER LA ZONA SATURADA POR MP₁₀

Con el objetivo de conocer la distribución espacial de los impactos de las diferentes fuentes emisoras en las concentraciones de MP₁₀, y poder delimitar el área a declarar como saturada, se realizó la aplicación de un modelo de dispersión de contaminantes en la comuna de Talca y sus alrededores. El modelo utilizado corresponde al modelo AERMOD¹⁷, Por lo cual se analizó la información proveniente de la red de estaciones de monitoreo Monte Baeza, Universidad de Talca y La Florida, en conjunto con la información meteorológica proveniente de la estación meteorológica La Florida, para ser ingresada a AERMET el procesador meteorológico del modelo AERMOD.

Para cada una de las estaciones monitoras se realizó un análisis de impacto de los distintos tipos de fuentes emisoras para MP₁₀. Además, se compararon las concentraciones simuladas por el modelo AERMOD con las concentraciones observadas.

Se ingresaron fuentes puntuales, comunales, móviles y resto de fuentes del inventario de emisiones desarrollado en este estudio, se ingresaron todas las fuentes catastradas en el inventario a la zona de modelación. La Figura N° 17 muestra la zona de modelación.



Fuente: Inventario de emisiones de contaminantes atmosféricos y definición de área de influencia saturada por MP₁₀ en la ciudad de Talca y sus alrededores. Ambiosis, 2008.

Se corroboró que para el área urbana de Talca la principal fuente que impacta por MP₁₀ corresponde a las emisiones generadas por la combustión residencial por leña.

¹⁷ AERMOD, Modelo validado por EPA United States Environmental Protection Agency (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos). AERMOD consiste en un sistema de modelación formado por tres componentes: AERMOD, modelo de dispersión; AERMAP procesador de terreno y AERMET, procesador meteorológico.

6. CONCLUSIONES

Del análisis realizado por los profesionales de Control de la Contaminación Atmosférica de Conama Región del Maule y Conama Dirección Ejecutiva en base a los datos del monitoreo diagnóstico realizado en la ciudad de Talca y al estudio "Inventario de Emisiones de Contaminantes Atmosféricos y definición de Área de Influencia de las Emisiones que Causan el Efecto de Saturación por MP_{10} en la Comuna de Talca", se concluye que:

Durante los meses de otoño e invierno en la comuna de Talca existen condiciones meteorológicas desfavorables para una buena dispersión, debido primordialmente por su elevado porcentaje de calmas, provocando estabilidad en la atmósfera.

Del análisis de los datos entregados y validados por el SEREMI de Salud de la Región del Maule, correspondientes a las concentraciones de material particulado respirable MP_{10} , existe superación de la norma anual y diaria de MP_{10} en la estación de monitoreo de representación poblacional denominada La Florida.

Además, la modelación realizada demuestra que la mayor parte de la zona urbana de Talca y sus alrededores superan el valor límite de concentración que estipula la norma anual y diaria de MP_{10} .

El análisis del inventario de emisiones hace posible apreciar el gran aporte de la combustión residencial de leña en las emisiones totales de MP_{10} consideradas en la comuna de Talca. Estas emisiones se concentran entre los meses de mayo a agosto, produciéndose a baja altura y directamente en zonas residenciales, debido a la calefacción residencial. Además, al analizar los resultados de la modelación, se observa que efectivamente el aporte de la combustión residencial de leña es relevante.

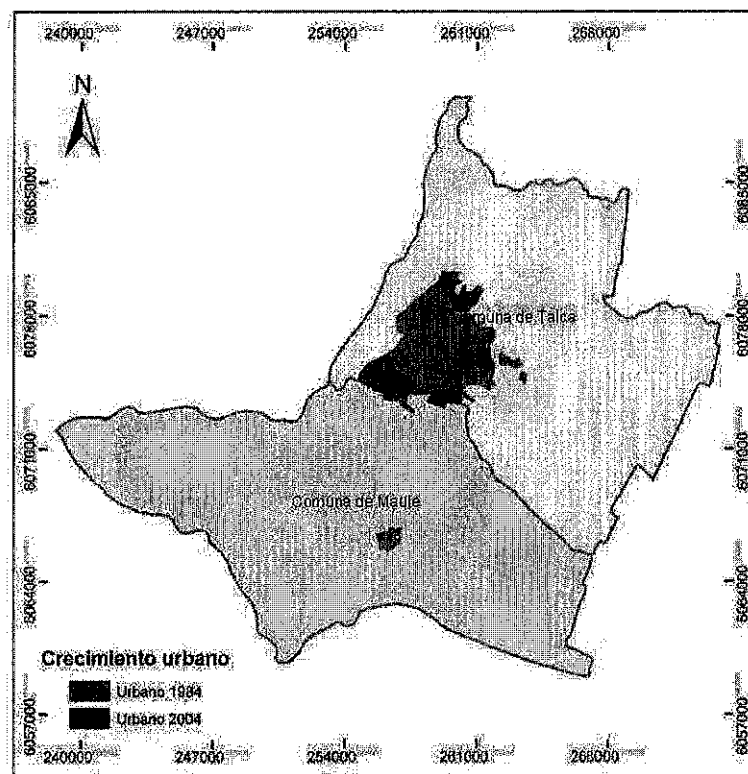
Respecto al área propuesta a declarar como zona saturada para material particulado respirable, corresponde al área que comprende las comunas de Talca y Maule. Esta área se justifica por los siguientes motivos:

- Las principales fuentes que impactan la calidad del aire en la ciudad de Talca son locales, principalmente la combustión residencial por leña para calefacción y afectan mayoritariamente al área urbana de la comuna de Talca.
- El crecimiento del área urbana de la comuna de Talca ha sobrepasado los límites comunales hacia el sur, ocupando territorios de la comuna vecina de Maule en su proceso expansivo de crecimiento. El aumento en el área urbana de la comuna se ha caracterizado en los últimos años por una expansión hacia las zonas periféricas de la ciudad, siendo este efecto más notorio al sur de la comuna, traspasando su límite comunal, estableciendo de este modo, asentamientos urbanos insertos en el radio urbano de la ciudad de Talca, pero que forman parte del territorio comprendido al norte de la comuna de Maule. (Ver Figura N°18, crecimiento urbano de la comuna de Talca, al año 2004)¹⁸

¹⁸ La zona urbana de la comuna de Talca actualmente posee una superficie de 3508 Ha, la cual ha experimentado un crecimiento del 62% en los últimos 20 años. Aumentando de 1889 Ha el año 1984, a 3020 Ha al año 2004.

- La delimitación político-administrativo del área a declarar como saturada facilitará la aplicación de las medidas del futuro Plan de Descontaminación Atmosférico de las comunas de Talca y Maule.

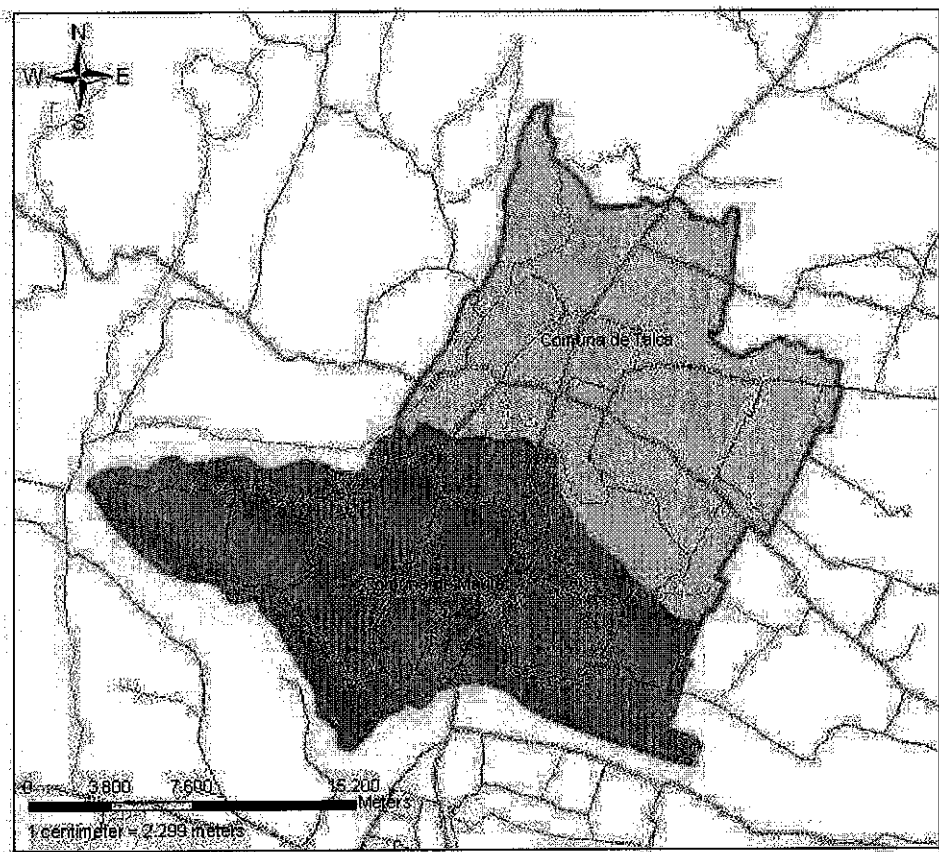
Figura N° 18 : Crecimiento urbano de la comuna de Talca, al año 2004



Fuente: Base cartográfica Conama Región del Maule

Finalmente, la Figura N° 19 muestra la zona propuesta para declarar como saturada por MP_{10} , la cual comprende a las comunas de Talca y Maule.

Figura N°19 : Zona saturada propuesta para las comunas de Talca y Maule



Fuente: Base cartográfica Conama Región del Maule

Anexo 1

ACTA COREMA 2009

Anexo 2

ACTA COREMA 2007

Anexo 3

OFICIO SALUD QUE ENVÍA INFORME TÉCNICO DE CALIDAD DE AIRE

**Anexo 4 INFORME TÉCNICO DE MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE,
SEREMI DE SALUD DEL MAULE**

Anexo 5

RESOLUCION DE LA ESTACIÓN DE MONITOREO "LA FLORIDA" EMRP.

Anexo 6

INFORME DEL ESTUDIO "INVENTARIO DE EMISIONES DE CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS Y DEFINICIÓN DE ÁREA DE INFLUENCIA DE LAS EMISIONES QUE CAUSAN EL EFECTO DE SATURACIÓN POR MP₁₀ EN LA COMUNA DE TALCA Y SUS ALREDEDORES". Ambiosis (2008)

Anexo 7

**MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE DE MATERIAL
PARTICULADO MP₁₀ EN LOS AÑOS 2007 Y 2008**