



**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 3  
Análisis de Episodios**

**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 Larrain 9975  
F: 02-2994100  
E-mail: [comunicaciones@cenma.cl](mailto:comunicaciones@cenma.cl)

**Noviembre 2007**



**INFORME FINAL**  
**Volumen 3**

**Análisis de los Episodios de Contaminación por MP10**  
**Ocurridos en Otoño – Invierno de 2007**

1.	Análisis de los episodios de contaminación por MP10.....	1
1.1	Mes de Mayo_ Episodio N° 1.....	1
1.2	Episodio N° 2.....	5
1.3	Episodio N° 3.....	10
1.4	Mes Junio_ Episodio N° 4.....	18
1.5	Episodio N° 5.....	22
1.6	Episodio N° 6.....	28
1.7	Mes Julio_ Episodio N °7.....	34
1.8	Mes Agosto_ Episodio N° 8.....	40
1.9	Episodio N° 9.....	44
1.10	Episodio N° 10.....	52

## 1. Análisis de los episodios de contaminación por MP10

Se analizó cada uno de los episodios por MP10 ocurridos entre el 01 de Mayo y el 15 de Octubre de 2007. Se definió como episodios aquellos días en que en la estación de Temuco respecto del promedio móvil de 24 horas, se alcanzó o superó el valor de  $195 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . (ICAP 200)

Los episodios son analizados a partir del inicio de la condición sinóptica asociada a mala ventilación en la cuenca hasta su finalización, pudiendo corresponder a uno o más días de duración.

### 1.1 Mes de Mayo\_ Episodio N° 1

#### □ Datos Generales

Fecha	Domingo 6 de Mayo 2007
Tipo	A(t)
Estación	Las Encinas
Máximo promedio de 24 horas	$214 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Pronóstico PMCA	Regular/Alto (PMCA 4)
Condición Meteorológica Observada	Aproximación de dorsal en altura. Incurción de altas presiones frías en superficie.
Pronóstico de Calidad de Aire	Bueno (ecuaciones básicas). Regular (ecuaciones con ajuste a los valores extremos).
Condición de Calidad de Aire Observada	Alerta en Las Encinas. Concentraciones horarias sobre $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en la noche del 5 y madrugada del 6 de Mayo.
Duración de los episodios, número de horas continuas con promedios móviles de 24 horas por sobre los $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .	24 horas
Duración de los episodios, número de horas discontinuas con valores horarios por sobre los $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .	21 horas
Máximas concentración horaria asociada al evento. ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	540
Máximas concentraciones horarias entre las 18:00 y 24:00 hrs. ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	540 día 05 y 213 día 06

□ Bitácora del Episodio

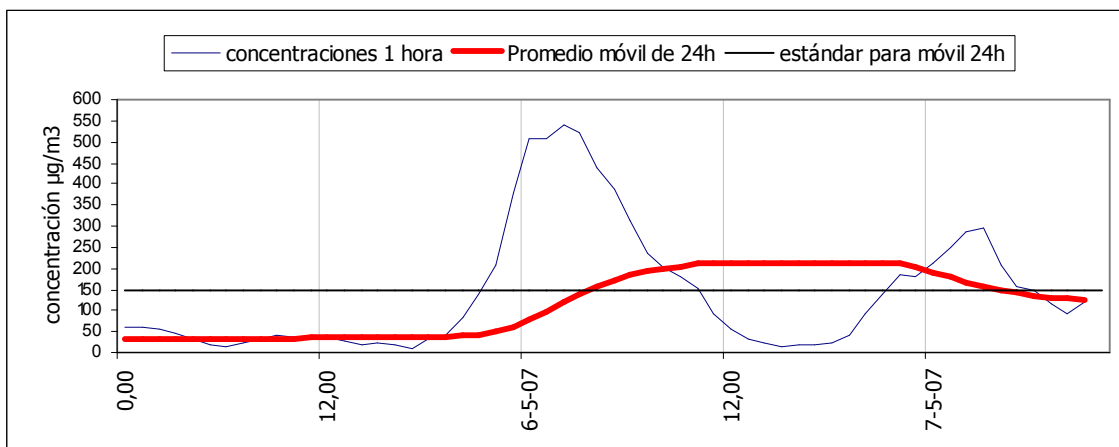
**Pronóstico de PMCA (Condición Relevante, PMCA mayor pronosticado)**

Día	PMCA Pronosticado	PMCA Observado	Diferencia Categoría
6	4	4	0

**Pronóstico de Calidad de Aire ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) (Condición Relevante)**

Día	Pronóstico $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Observado $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Error $\mu\text{g}/\text{m}^3$
6	128	214	-86
6 (*)	170	214	-44

NOTA: (\*) Corresponde al resultado de las ecuaciones con ajuste a los valores extremos.

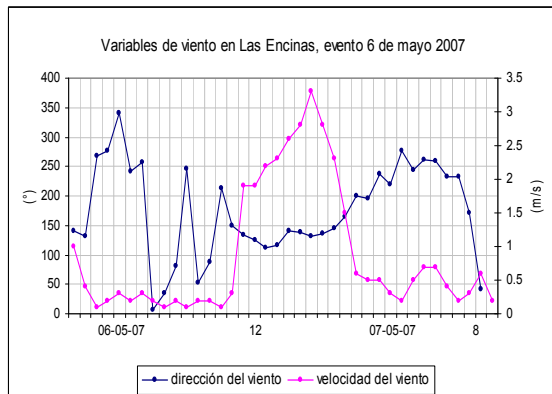


**Figura 1-1 Concentraciones horarias y promedio móvil de 24 horas observadas durante el período del día 6 de mayo.**

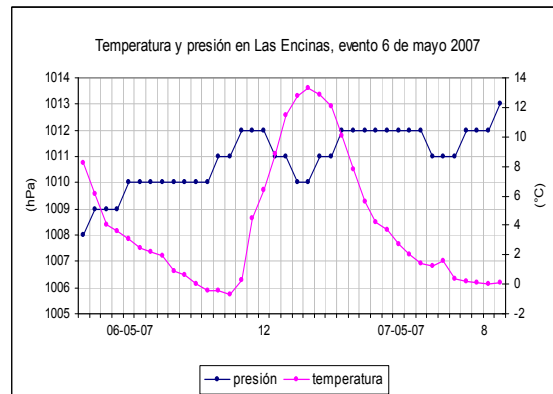
□ **Pronóstico**

Día/Mes	Con 24 horas de Anticipación	Condiciones Observadas
06/05	<p>Aproximación de dorsal en altura. Incurción de altas presiones frías desde el Sur.</p> <p>Situación meteorológica que aumentara la estabilidad, las condiciones de ventilación se presentaran en general malas.</p>	<p>Aproximación de dorsal en altura. Incurción de altas presiones frías en superficie.</p> <p>Se ha observado la aproximación de una dorsal en altura, en superficie han predominado altas presiones frías. Esta condición ha provocado gran estabilidad y un significativo descenso en la temperatura, las condiciones de ventilación se han presentado malas.</p>

□ **Comportamiento de las variables meteorológicas**



**Figura 1-2 Dirección y velocidad del viento en Las Encinas.**



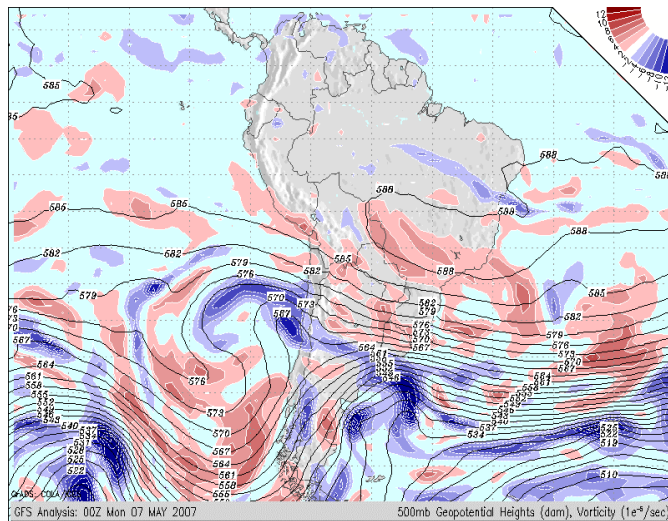
**Figura 1-3 Temperatura y presión atmosférica en Las Encinas.**

En la Figura 1-2 se aprecia que durante la madrugada y horas de la mañana del día 6 la velocidad del viento es de muy baja intensidad menor a 1m/s, con una dirección predominantemente de componente Norte.

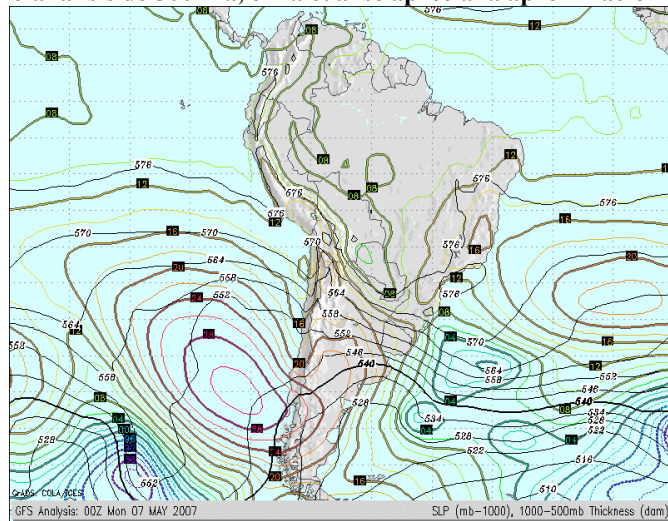
En la Figura 1-3 la presión muestra un aumento gradual denotando el ingreso de las altas presiones, y en cuanto a la temperatura la mínima registrada el día 26 es menor a 0°C.

□ **Análisis de los Modelos Numéricos de Pronóstico y PMCA**

Los modelos numéricos de pronóstico mostraban para el día 6 una marcada estabilidad atmosférica debido a la aproximación de una dorsal cálida en altura (Figura 1-4), y altas presiones frías en superficie (Figura 1-5), denotando una configuración de episodio A (t).



**Figura 1-4** Carta de re-análisis de 500hPa, en la cual se aprecia la aproximación de la dorsal en altura.



**Figura 1-5** Carta de re-análisis de espesores, en la cual se aprecia las altas presiones frías en superficie.

□ **Conclusión y comentarios**

El pronóstico de PMCA para el día 6 de Mayo estuvo acertado. Se estimó la intensidad del episodio catalogándolo con un PMCA 4 (Regular/Alto) esto es malas condiciones de ventilación. En cuanto al modelo de calidad de aire que considera ajuste a los valores extremos, subpronosticó la condición dando una categoría "Regular". Probablemente esto fue debido a los bajos valores de entrada de las concentraciones de MP10, no obstante capturó la tendencia al significativo aumento de las concentraciones.

## 1.2 Episodio N° 2

### □ Datos Generales

Fecha	23 y 24 de Mayo 2007
Tipo	A (t)
Estaciones	Las Encinas
Máximo promedio de 24 horas	Día 23: 225 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Día 24: 205 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Pronóstico PMCA	Día 23: Regular/alto (PMCA 4) Día 24: Regular/alto (PMCA 4)
Condición Meteorológica Observada	Día 23: Presencia de dorsal en altura. Altas presiones frías en superficie. Vaguada costera al Norte de la región. Día 24: Paso de dorsal y aproximación de vaguada en altura. Margen de altas presiones frías y vaguada costera al Norte de la región.
Pronóstico de Calidad de Aire según modelo.	Día 23: Regular. Día 24: Alerta.
Condición de Calidad de Aire Observada	Día 23: Alerta. Día 24: Alerta.
Duración de los episodios, número de horas continuas con promedios móviles de 24 horas por sobre los 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .	32 horas
Duración de los episodios, número de horas discontinuas con valores horarios por sobre los 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .	25 horas
Máximas concentración horaria asociada al evento. ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	564
Máximas concentraciones horarias entre las 18:00 y 24:00 hrs. ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	564 día 22 y 409 día 23.

□ Bitácora del Episodio

**Pronóstico de PMCA (Condición Relevante, PMCA mayor pronosticado)**

Día	PMCA Pronosticado	PMCA Observado	Diferencia Categoría
23	4	4	0
24	4	4	0

**Pronóstico de Calidad de Aire ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) (Condición Relevante)**

Día	Pronóstico $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Observado $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Error $\mu\text{g}/\text{m}^3$
23	183	225	-42
24	230	205	+25

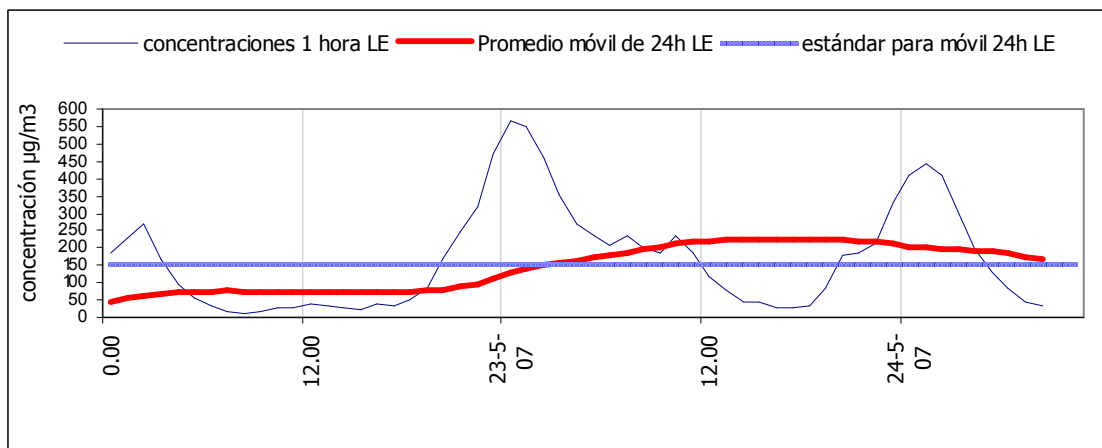


Figura 1-6 Concentraciones horarias y promedio móvil de 24 horas observadas durante el periodo del día 23 y 24 de mayo.



□ **Pronóstico**

<b>Día/Mes</b>	<b>Con 24 horas de Anticipación</b>	<b>Condiciones Observadas</b>
<b>23/05</b>	<p>Presencia de dorsal en altura. Altas presiones frías en superficie, vaguada costera al norte de la zona.</p> <p>Se espera que las condiciones de ventilación para Temuco se presenten adversas a partir de la noche.</p>	<p>Presencia de dorsal en altura. Altas presiones frías en superficie. Vaguada costera al Norte de la región.</p> <p>Por la presencia de una dorsal en altura y altas presiones frías en superficie los niveles de MP10 (ICAP) se presentaron Regulares hasta las 7 AM y en el rango de Alerta desde las 8:00 de la mañana. En el resto de la jornada las condiciones de ventilación no presentaron mayores cambios.</p>
<b>24/05</b>	<p>Presencia de dorsal en altura. Altas presiones frías en superficie, vaguada costera al norte de la zona.</p> <p>Las condiciones de ventilación permanecerán Malas, con alta estabilidad asociada. Muy estable</p>	<p>Paso de dorsal y aproximación de vaguada en altura. Margen de altas presiones frías. Vaguada costera al norte de la región.</p> <p>Paso de una dorsal en altura y altas presiones frías en superficie. Las temperaturas mínimas descendieron a valores cercanos a 0°C.</p> <p>Segundo día consecutivo de Malas condiciones de ventilación en Temuco.</p>

❑ Comportamiento de las variables meteorológicas

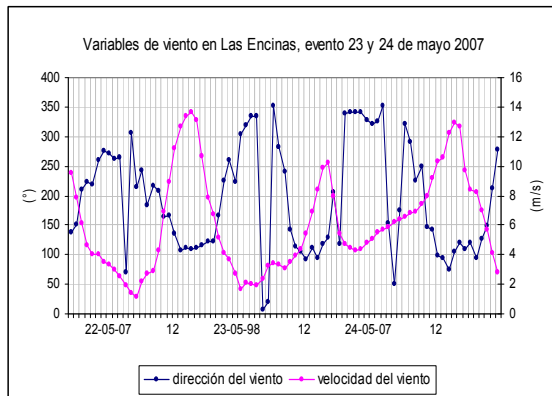


Figura 1-7 Dirección y velocidad del viento en Las Encinas.

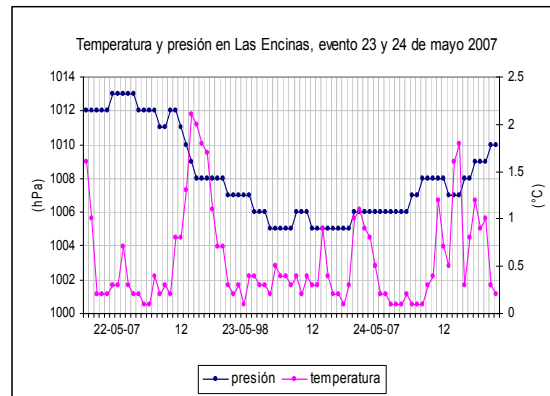


Figura 1-8 Temperatura y presión en Las Encinas.

En la Figura 1-7 se aprecia el comportamiento del viento local, con componente NNO y menores velocidades en la madrugada, aunque en este episodio alcanzaron valores entre 2 y 4 m/s, mayores que en el anterior.

En la Figura 1-8 se observan bajas temperaturas mínimas en el período, que fluctúan entre 0 a 2°C. Por otra parte, la alta fría muestra una transitoria y gradual disminución de sus valores hacia la mitad del período, lo que se debería a la proyección de una baja costera ubicada al norte de la región.

❑ Análisis de los Modelos Numéricos de Pronóstico y PMCA

Los diversos modelos numéricos analizados con mostraban para los días 23 y 24 estabilidad atmosférica debido a la presencia y paso de dorsal en altura, altas presiones frías en superficie y proyección de una baja costera.

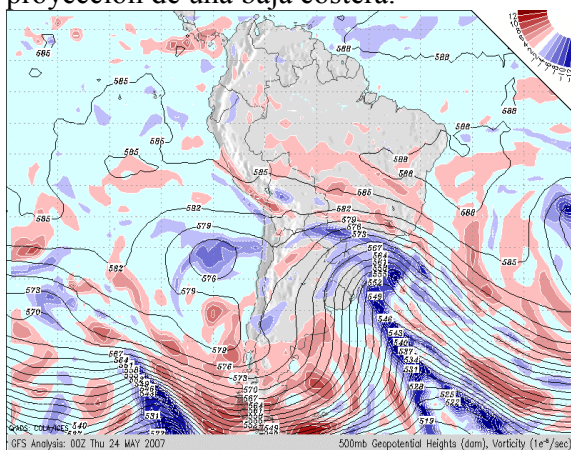


Figura 1-9 Carta de re-análisis de 500hPa, en la cual se aprecia la aproximación de la dorsal en altura del día 23.

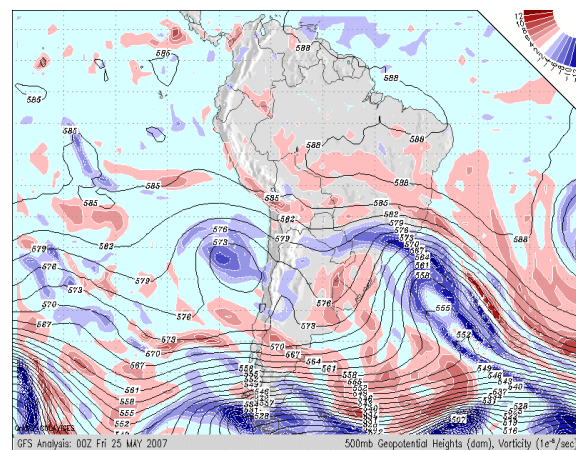
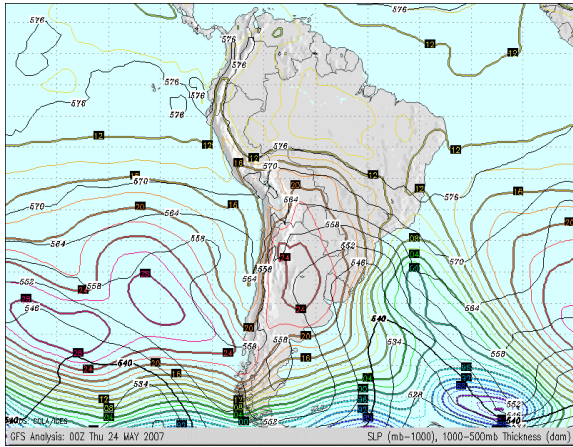
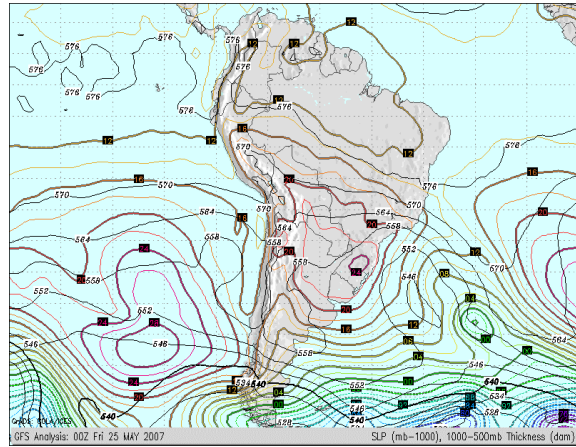


Figura 1-10 Carta de re-análisis de 500hPa, en la cual se aprecia la aproximación de la dorsal en altura del día 24.



**Figura 1-11 Re-análisis de espesores, en la cual se aprecia las altas presiones frías en superficie y vaguada costera al norte e la región el día 23.**



**Figura 1-12 Carta de re-análisis de espesores, en la cual se aprecia las altas presiones frías en superficie y vaguada costera en la región el día 24.**

#### □ Conclusiones y comentarios

El pronóstico de PMCA para los días 23 y 24 de Mayo estuvo acertado, ya que se estimó con anterioridad la tendencia e intensidad del episodio catalogándolo con un PMCA 4 asociado a malas condiciones de ventilación. Por otra parte, el modelo estadístico en la entrada del episodio, día 23, subpronosticó la condición dando un valor de la categoría Regular a solo  $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$  del límite inferior de la Alerta, en tanto el pronóstico de Alerta para el día 24 fue acertado.

### 1.3 Episodio N° 3

#### □ Datos Generales

Fecha	26-27-28-29 de Mayo 2007
Tipo	Tipo A (t)
Estaciones	Las Encinas
Máximo promedio de 24 horas	Día 26: 198 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Día 27: 279 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Día 28: 258 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Día 29: 272 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Pronóstico PMCA	Día 26: Regular/Bajo Día 27: Regular/Bajo Día 28: Regular/alto Día 29: Regular
Condición Meteorológica Observada	Día 26: Presencia de vaguada débil en altura. Altas presiones frías en superficie. Día 27: Paso de vaguada débil aproximación de dorsal en altura. Altas presiones frías en superficie. Día 28: Presencia de dorsal en altura. Alta fría al lado Argentino. Día 29: Aproximación de vaguada asociada a sistema frontal débil.
Pronóstico de Calidad de Aire según modelo.	Día 26: Bueno Día 27: Regular Día 28: Pre-emergencia Día 29: Regular
Condición de Calidad de Aire Observada	Día 26: Alerta Día 27: Pre-emergencia Día 28: Pre-emergencia Día 29: Pre-emergencia
Duración de los episodios, número de horas continuas con promedios móviles de 24 horas por sobre los 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .	92 horas
Duración de los episodios, número de horas discontinuas con valores horarios por sobre los 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .	43 horas
Máximas concentración horaria asociada al evento. ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	847
Máximas concentraciones horarias entre las 18:00 y 24:00 hrs. ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	253 día 25; 697 día 26; 439 día 27; 766 día 28

□ Bitácora del Episodio

**Pronóstico de PMCA (Condición Relevante, PMCA mayor pronosticado)**

Día	PMCA Pronosticado	PMCA Observado	Diferencia Categoría
26	2	4	-2
27	2	4	-2
28	4	4	0
29	3	4	-1

**Pronóstico de Calidad de Aire ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) (Condición Relevante)**

Día	Pronóstico $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Observado $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Error $\mu\text{g}/\text{m}^3$
26	106	198	-92
27	159	279	-120
28	280	258	+22
29	194	272	-78

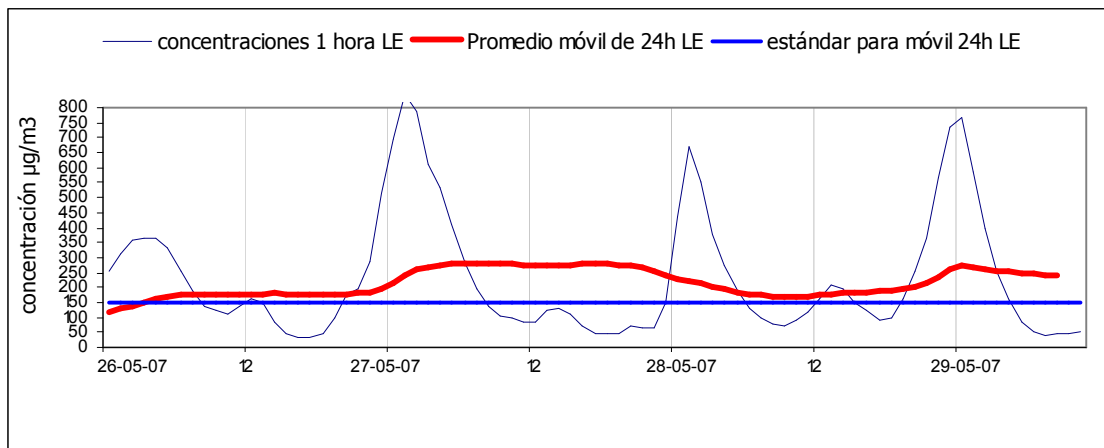
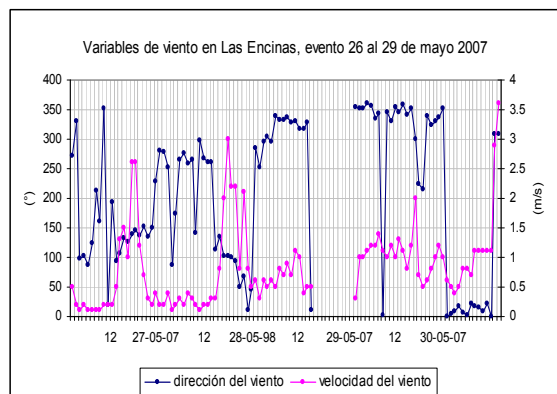


Figura 1-13 Concentraciones horarias y promedio móvil de 24 horas observadas durante el periodo del día 26, 27, 28 y 29 de mayo.

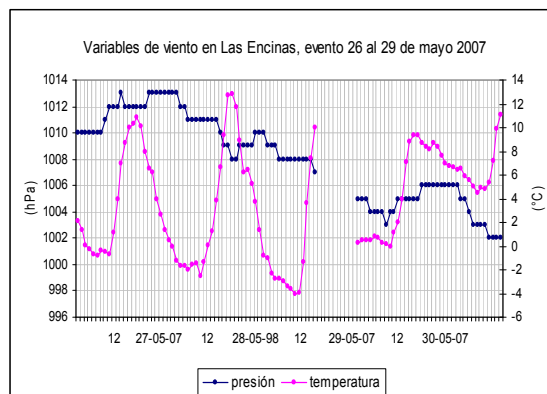
□ **Pronóstico**

<b>Día/Mes</b>	<b>Con 24 horas de Anticipación</b>	<b>Condiciones Observadas</b>
<b>26/05</b>	<p>Presencia de vaguada en altura. Altas presiones frías en superficie.</p> <p>Debido a la intensificación de la vaguada en altura y altas presiones en superficie. Se espera que las condiciones de ventilación para Temuco se presenten Regulares.</p>	<p>Presencia de vaguada débil en altura. Altas presiones frías en superficie.</p> <p>Prevaleció la condición sinóptica de superficie sobre la condición de altura, provocando una transitoria estabilización. Debido a esto las condiciones de ventilación se han presentado malas.</p>
<b>27/05</b>	<p>Presencia de vaguada débil en altura. Dorsal al Oeste. Altas presiones frías en superficie.</p> <p>Se espera que la vaguada débil en altura continúe y que actúe con más fuerza. Altas presiones se mantienen en superficie. Las condiciones de ventilación para Temuco se presentarán Buenas ocasionalmente Malas.</p>	<p>Paso de vaguada débil aproximación de dorsal en altura. Altas presiones frías en superficie.</p> <p>La situación meteorológica de superficie predominó sobre la condición de altura, debido a esto se presentaron malas condiciones de dispersión en la región. Las condiciones de ventilación se han presentado malas.</p>
<b>28/05</b>	<p>Dorsal en altura. Alta fría al lado Argentino y vaguada costera al norte.</p> <p>Se mantienen las condiciones de ventilación críticas para Temuco. Alto potencial de contaminación atmosférica.</p>	<p>Presencia de dorsal en altura. Alta fría al lado Argentino.</p> <p>Anticiclón de características frías predomina en superficie, presentándose temperaturas bajo cero. Las condiciones de ventilación se han observado Malas.</p>
<b>29/05</b>	<p>Aproximación de vaguada en altura asociada a una banda frontal en superficie.</p> <p>Se prevé la aproximación de una banda nubosa frontal que provocará una gradual inestabilización de la atmósfera. Las condiciones de ventilación para Temuco se prevén Regulares.</p>	<p>Aproximación de vaguada en altura asociada a sistema frontal débil.</p> <p>Continúa la aproximación de una vaguada en altura asociada a un sistema frontal débil. Esta configuración determina un ligero aumento en las temperaturas mínimas y una paulatina inestabilización de la atmósfera.</p>

❑ **Comportamiento de las variables meteorológicas**



**Figura 1-14 Dirección y velocidad del viento en Las Encinas.**



**Figura 1-15 Temperatura y presión del viento en Las Encinas.**

La Figura 1-14 muestra vientos débiles con dirección variable, predominando una componente NNO.

La Figura 1-15 muestra temperaturas mínimas inferiores a 0°C durante el episodio, asociado al lento paso de una alta fría hacia sector argentino, reflejado en una gradual disminución de la presión.

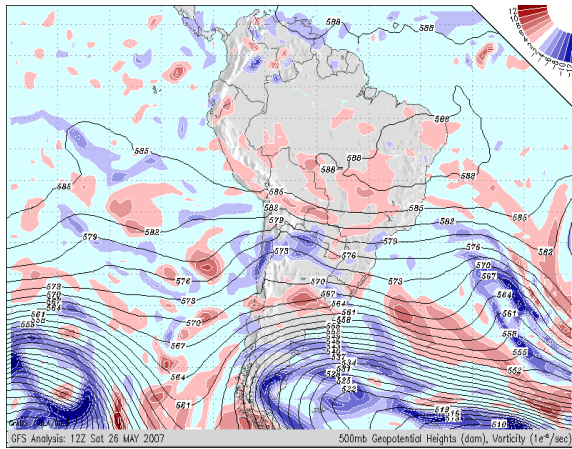
❑ **Modelos Numéricos de Pronóstico y PMCA**

Los modelos numéricos analizados mostraban para los días 26 y 27 una vaguada en altura proyectada desde el sector argentino (sureste de la región) y un margen anticiclónico frío en superficie. Se preveía que el día 26 el enfriamiento radiativo nocturno asociado al anticiclón frío sería mitigado por la irrupción de nubosidad media asociada a la vaguada. Sin embargo esta situación no se presentó, trasladándose la nubosidad hacia la zona central del país, quedando marginal al área de pronóstico tal como se aprecia en las imágenes satelitales IR del día 26 (Figura 1-18) y día 27 (Figura 1-19). El pronóstico de los modelos numéricos del día 26 para el 27 de mayo, fue erróneo ya que mantuvo la proyección de la vaguada en altura sobre la zona (Figura 1-20) en circunstancia que la entrada de la dorsal fue la condición imperante el día 27, tal como se aprecia en Figura 1-21.

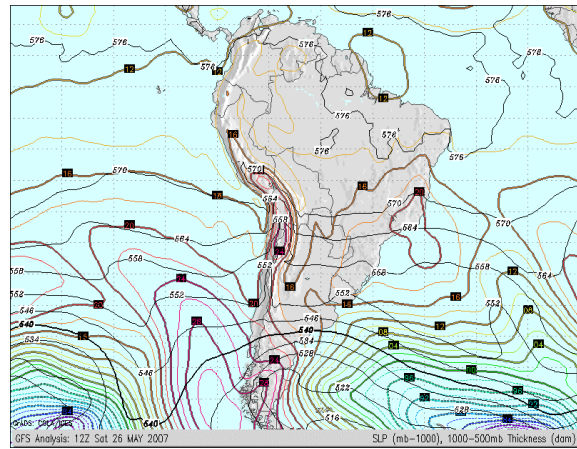
Para el día 28 se presentó una condición de estabilidad atmosférica, debido a la presencia de dorsal en altura y altas presiones frías en superficie, como se denota en la Figura 1-22 y Figura 1-23.

Para 29 de mayo se aprecia una aproximación frontal (Figura 1-24 y Figura 1-25), situación que se presentó tal como se preveía. Estuvo acompañado de abundante nubosidad media y alta (Figura 1-26) asociada a la banda frontal. Pese al cambio de la condición sinóptica registrada durante el día, en las primeras horas de la madrugada persistieron las condiciones de estabilidad hasta que se produjo el paso de la dorsal en altura y la migración de las altas presiones frías hacia el sector argentino.

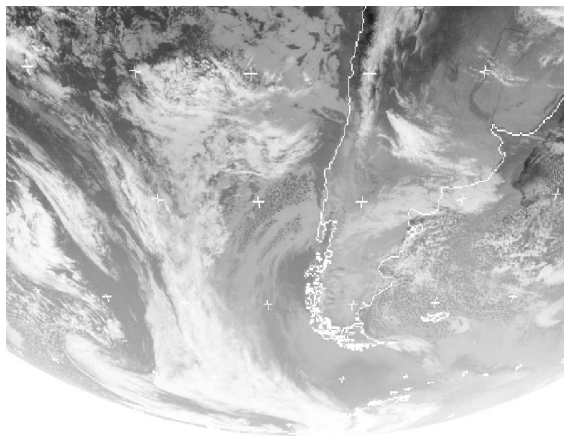




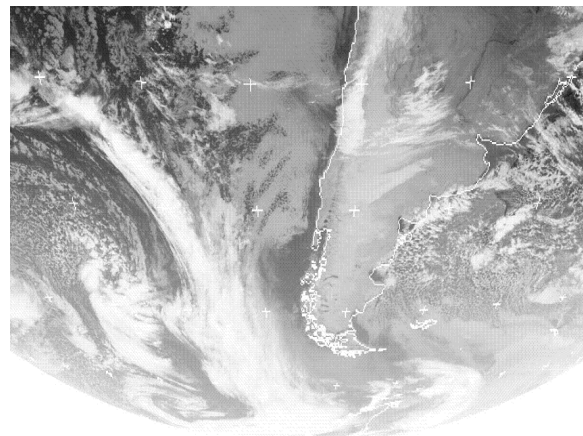
**Figura 1-16** Carta de re-análisis de 500hPa, en la cual se aprecia la aproximación de la dorsal en altura del día 26.



**Figura 1-17** Carta de re-análisis de espesores, en la cual se aprecia las altas presiones frías en superficie en la región el día 26.



**Figura 1-18** Imagen IR de las 21Z el día 26.



**Figura 1-19** Imagen IR de las 12Z el día 27.



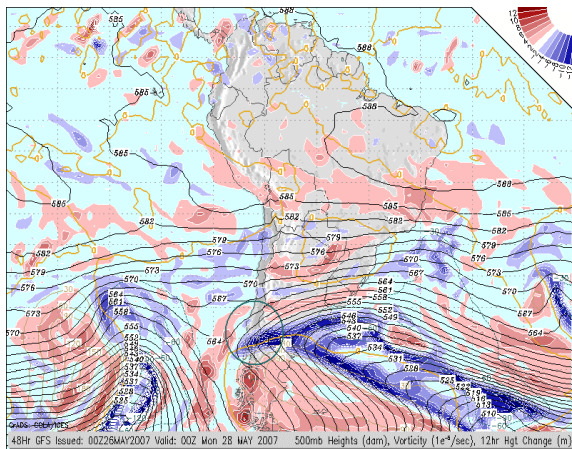


Figura 1-20 Carta de pronóstico de 500hPa para el día 27, en la cual se presenta la influencia de una vaguada en altura proyectada desde el sector argentino.

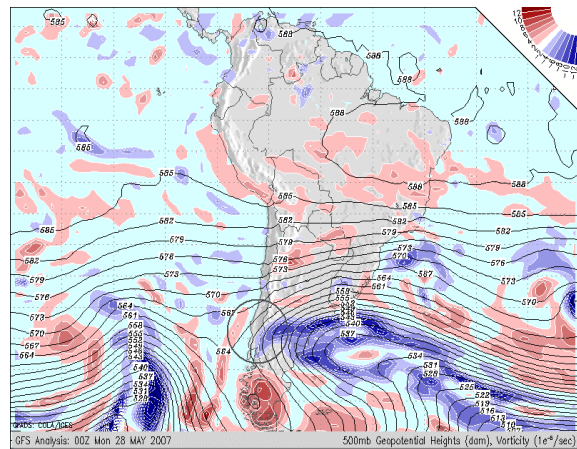


Figura 1-21 Carta de re-análisis (observado) de 500hPa el día 27, donde se observa un traslado mucho mayor de la vaguada en altura hacia el este de lo pronosticado por los modelos, y con ello el correspondiente efecto de una dorsal en altura sobre la zona proveniente del oeste.

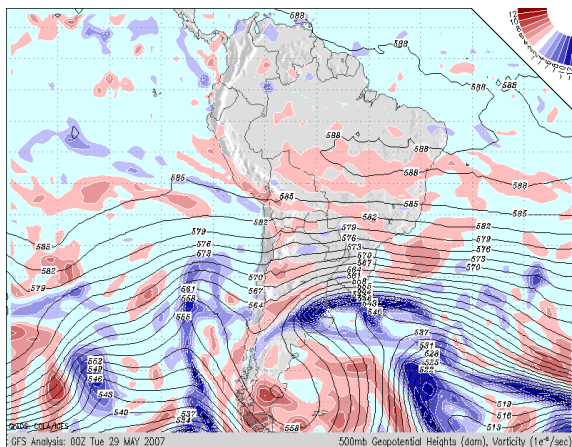


Figura 1-22 Carta de re-análisis de 500hPa, donde se observa la presencia de una dorsal en altura el día 28.

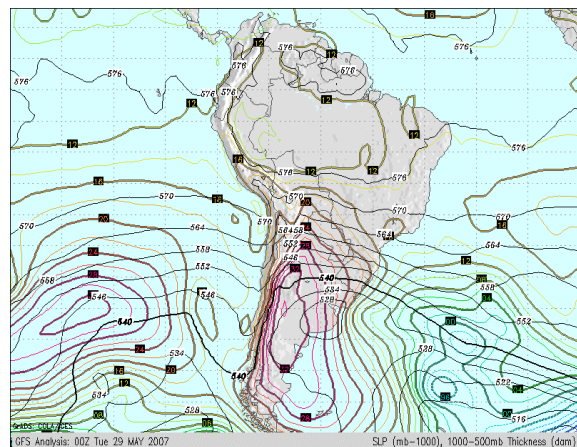
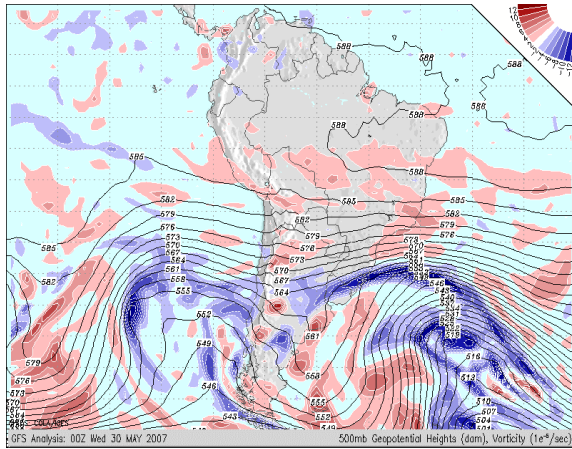
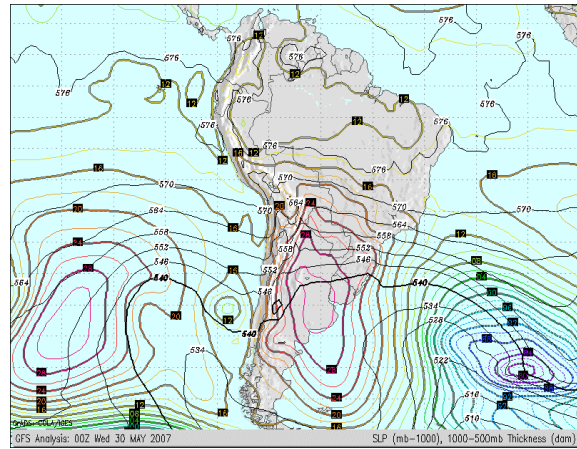


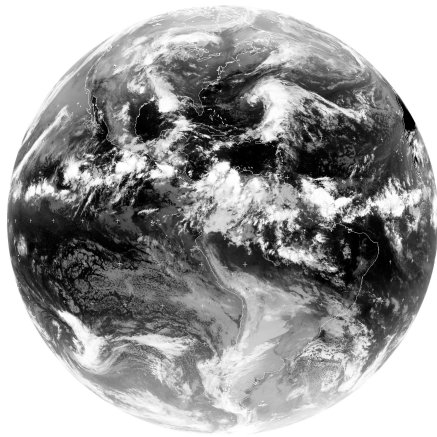
Figura 1-23 Carta de re-análisis de espesores, en la cual se aprecia el paso de altas presiones frías hacia el sector argentino, durante el día 28.



**Figura 1-24** Carta de re-análisis de 500hPa, donde se observa la aproximación de una vaguada asociada a un sistema frontal el día 29.



**Figura 1-25** Carta de re-análisis de espesores, en la cual se aprecia traslado de altas presiones frías hacia el sector argentino y aproximación de una baja presión asociada a una banda frontal, durante el día 29.



**Figura 1-26** Imagen IR de las 12Z el día 29.

#### □ Conclusiones y comentarios

De acuerdo a lo expuesto:

Día 26 de Mayo:

Los modelos numéricos de pronóstico mostraban una vaguada en altura proyectada desde este, abundante nubosidad media que incursionaría sobre el área y predominio de altas presiones frías en superficie. Se constató que el efecto de las altas presiones frías en superficie prevaleció sobre la condición de altura, principalmente por el cambio de trayectoria de la nubosidad media hacia la zona central, desplazándose marginal a la ciudad de Temuco. Esto determinó un subpronóstico del PMCA y de los niveles previstos de calidad de aire.

Día 27 de Mayo:

Los modelos numéricos fueron inexactos al prolongar la proyección y retrogradación de una vaguada en altura desde el Este que afectaría la zona de Temuco. Esto determinó un subpronóstico del PMCA y de los niveles previstos de calidad de aire.

Día 28 de Mayo:

Los modelos de pronóstico numérico preveían el paso del anticiclón frío al lado argentino en superficie, y la presencia de una dorsal en altura, situación que efectivamente se constató. Los pronósticos de PMCA (Categoría 4) y de calidad de aire (Nivel de Preemergencia) estuvieron acertados.

Día 29 de Mayo:

Los modelos numéricos de pronóstico mostraban una aproximación frontal acompañada de abundante nubosidad media y alta, situación que se constató, sin embargo la velocidad de desplazamiento del frente fue un poco menor a la prevista. Esto determinó que pese al cambio de la condición sinóptica registrada durante el día, en las primeras horas de la madrugada persistieran transitoriamente condiciones de estabilidad y altas concentraciones. Consecuentemente se constató un subpronóstico del PMCA y de los niveles previstos de calidad de aire.

## 1.4 Mes Junio\_ Episodio N° 4

### □ Datos Generales

Fecha	Domingo 3 de Junio 2007
Tipo	A(t)
Estación	Las Encinas
Máximo promedio de 24 horas	220 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Pronóstico PMCA	Regular/Alto (PMCA 4)
Condición Meteorológica Observada	Aproximación y presencia de dorsal en altura. Altas presiones frías en superficie.
Pronóstico de Calidad de Aire	Bueno a Regular.
Condición de Calidad de Aire Observada	Alerta en Las Encinas. Concentraciones horarias sobre 700 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en la noche del 3.
Duración de los episodios, número de horas continuas con promedios móviles de 24 horas por sobre los 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .	23 horas
Duración de los episodios, número de horas discontinuas con valores horarios por sobre los 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .	10 horas
Máximas concentración horaria asociada al evento. ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	738
Máximas concentraciones horarias entre las 18:00 y 24:00 hrs. ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	476 el día 2

### □ Bitácora del Episodio

#### Pronóstico de PMCA (Condición Relevante, PMCA mayor pronosticado)

Día	PMCA Pronosticado	PMCA Observado	Diferencia Categoría
3	4	4	0

**Pronóstico de Calidad de Aire ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) (Condición Relevante)**

Día	Pronóstico ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Observado ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Error ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
3	145	220	-75

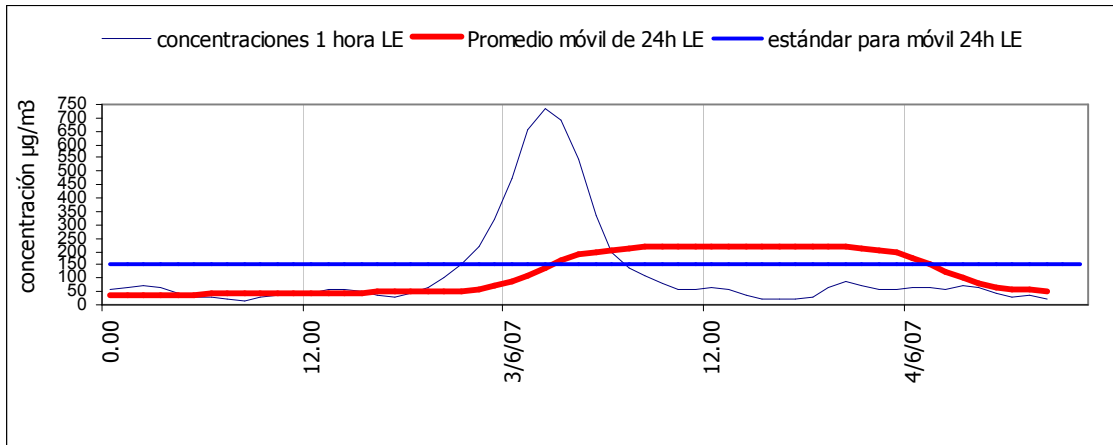


Figura 1-27 Concentraciones horarias y promedio móvil de 24 horas observadas durante el período 02 al día 04 de junio.

□ **Pronóstico**

Día/Mes	Con 24 horas de Anticipación	Condiciones Observadas
03/06	<p>Presencia de dorsal en altura. Altas presiones frías en superficie. Proyección de vaguada costera al Norte de la zona.</p> <p>La condición meteorológica, provocará temperaturas mínimas cercanas a cero grados y una estabilización de la atmósfera. Las condiciones de ventilación para Temuco se presentaran en general Malas durante todo el día.</p>	<p>Aproximación y presencia de dorsal en altura. Altas presiones frías en superficie.</p> <p>Se ha observado la presencia de una dorsal en altura, en superficie han predominado altas presiones frías. Esta configuración ha determinado estabilización de la atmósfera, y bajas temperaturas mínimas.</p> <p>Las condiciones de ventilación se han presentado en general Malas.</p>



❑ Comportamiento de las variables meteorológicas

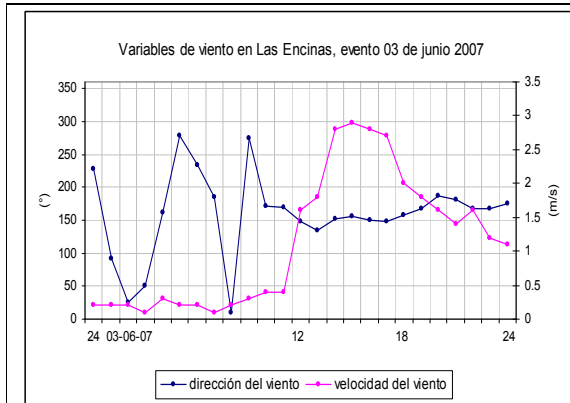


Figura 1-28 Dirección y velocidad del viento en Las Encinas.

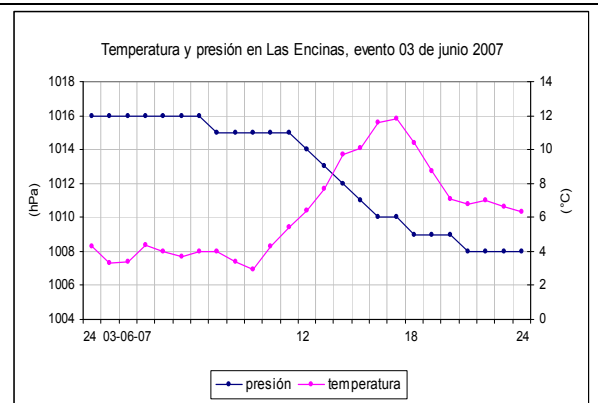


Figura 1-29 Temperatura y presión del viento en Las Encinas.

La Figura 1-28 muestra vientos muy débiles, menores a 0.5 m/s de dirección variable N y NO durante la madrugada y hasta el mediodía del 03 de Junio. En horas de la tarde se aprecia un flujo predominantemente del S- SE de intensidades que alcanzan los 3m/s.

En la Figura 1-29 se observa una temperatura mínima del orden de 3°C; la presión desciende gradual y sostenidamente después del mediodía.

❑ Análisis de los Modelos Numéricos de Pronóstico y PMCA

Los modelos numéricos analizados mostraban para el día 03 de Junio marcada estabilidad atmosférica, debido a la aproximación y presencia de una dorsal cálida en altura, y altas presiones frías en superficie. El índice de estabilidad entre Oyama y las Encinas presentaba una estabilización de la atmósfera con respecto a los días anteriores.

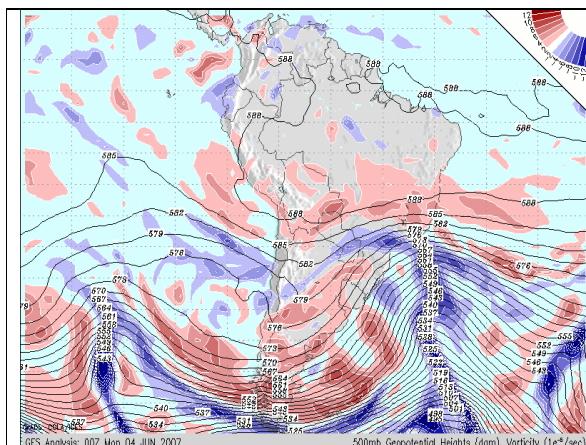


Figura 1-30 Carta de re-análisis de 500hPa, que muestra la presencia de la dorsal en altura.

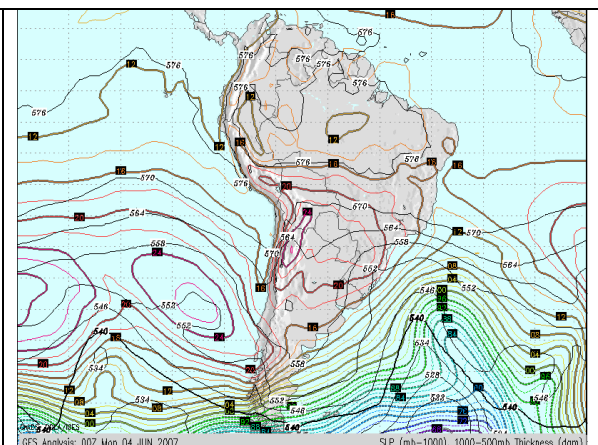


Figura 1-31 Carta de re-análisis de espesores, en la cual se aprecia las altas presiones frías en superficie.



□ **Conclusiones y comentarios**

El pronóstico de PMCA 4 para el día 3 de Junio estuvo acertado, ya que previó las malas condiciones de ventilación, sin embargo las bajas concentraciones de entrada al Modelo, pese al ajuste asociado a altos valores de PMCA, determinaron que no pronosticara el valor que se registró,  $220 \mu\text{g}/\text{m}^3$  correspondiente al nivel de Alerta.

## 1.5 Episodio N° 5

### □ Datos Generales

Fecha	15-16 de Junio 2007
Tipo	A(t)
Estación	Las Encinas
Máximo promedio de 24 horas	233 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Pronóstico PMCA	Día 15: Regular/Alto (PMCA 4) Día 16: Regular/Bajo (PMCA 2)
Condición Meteorológica Observada	Día 15: Fuerte predominio anticiclónico. Día 16: Presencia y paso de sistema frontal débil sobre la zona.
Pronóstico de Calidad de Aire	Día 15: Regular. Día 16: Regular a Bueno.
Condición de Calidad de Aire Observada	Día 15: Alerta en Las Encinas. Concentraciones horarias sobre 600 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Día 16: Alerta en Las Encinas. Concentraciones horarias sobre 600 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de forma transitoria durante la madrugada, mejorando posteriormente significativamente.
Duración de los episodios, número de horas continuas con promedios móviles de 24 horas por sobre los 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .	23 horas
Duración de los episodios, número de horas discontinuas con valores horarios por sobre los 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .	11 horas
Máximas concentración horaria asociada al evento. ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	683
Máximas concentraciones horarias entre las 18:00 y 24:00 hrs. ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	683 día 15



□ **Bitácora del Episodio**

**Pronóstico de PMCA (Condición Relevante, PMCA mayor pronosticado)**

<b>Día</b>	<b>PMCA Pronosticado</b>	<b>PMCA Observado</b>	<b>Diferencia Categoría</b>
15	4	4	0
16	2	2	0

El 16 prevaleció la categoría PMCA 2, pese a que transitoriamente durante las primeras horas de la madrugada se registraron transitoriamente altos valores de MP10 y constatación del Nivel de Alerta de acuerdo al comportamiento del ICAP. En buena medida esta situación se presentó por el desfase que existe entre el ICAP y los máximos valores horarios de MP10.

**ICAP Y MÁXIMOS VALORES HORARIOS DE MP10**

La inercia que presenta el Indicador de Calidad de Aire por Partículas (ICAP) determina que difiera el valor que reporta este indicador, con los máximos valores horarios. Este hecho complica no sólo el análisis de los episodios, sino la oportunidad de la toma de medidas de mitigación o de información a la ciudadanía.

Un claro ejemplo queda demostrado en la Figura 1-32, donde se observa que hacia la medianoche del 15, cuando se alcanzan los máximos horarios cercanos a  $700 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , el ICAP va gradualmente en ascenso, y recién llega al ICAP 100 ( $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Por otra parte a partir de las 10 horas del 16 y hasta el final del día las concentraciones horarias son muy bajas producto de la acción de un sistema frontal. Sin embargo debido a la "inercia" del indicador ICAP, durante 23 horas el ICAP se mantiene sobre la norma, superándose incluso el rango de Alerta.

Durante el episodio el número de valores horarios en que se superó el nivel  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$  fue 11, en tanto el ICAP permaneció de forma continua por 23 horas sobre la norma. Este hecho muestra la necesidad de educar a la ciudadanía en el tema de calidad de aire entregándole hora a hora la información tanto del valor ICAP como del valor horario, y enseñar su adecuada interpretación.

**Pronóstico de Calidad de Aire ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) (Condición Relevante)**

<b>Día</b>	<b>Pronóstico <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></b>	<b>Observado <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></b>	<b>Error <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></b>
15	181	128	+53
16	106	233	-127

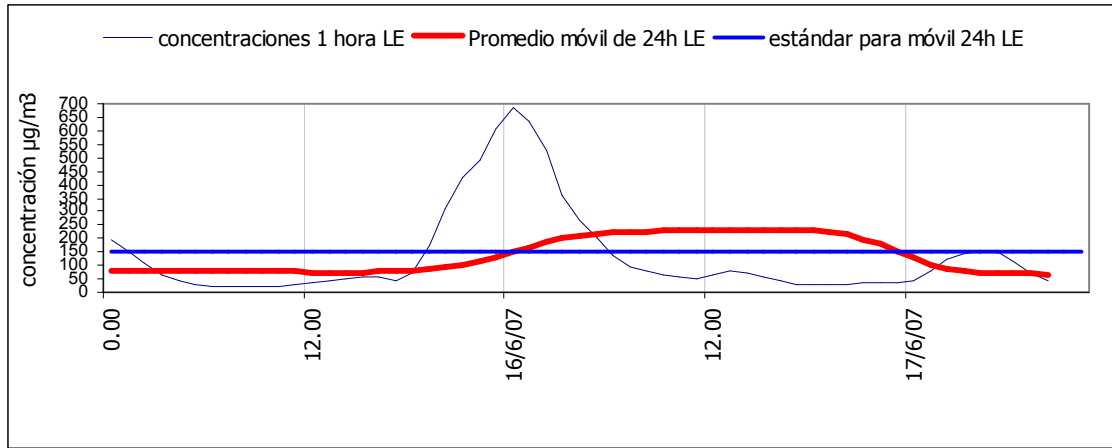
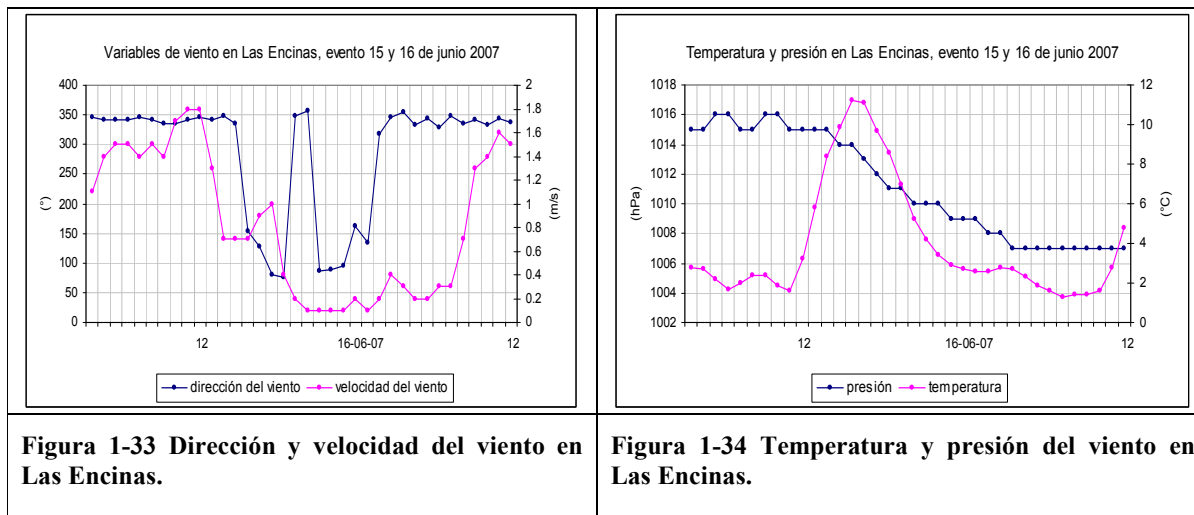


Figura 1-32 Concentraciones horarias y promedio móvil de 24 horas observadas durante el período desde el 15 de Junio a las 00:00 al 17 de junio a las 12:00.

□ **Pronóstico**

Día/Mes	Con 24 horas de Anticipación	Condiciones Observadas
15/06	<p>Anticiclón fortalecido en superficie, muy estable.</p> <p>Se prevé que el régimen anticiclónico dominante durante el viernes 15 conlleve a un empeoramiento de las condiciones de ventilación para Temuco y sus alrededores. Por lo mismo el PMCA se ubicara en un nivel alto.</p>	<p>Intenso predominio anticiclónico.</p> <p>A pesar de existir un PMCA alto durante la mañana de hoy, las concentraciones de MP10 se mantienen bajas. Durante la noche se presentaron altos valores horarios de MP10.</p>
16/06	<p>Aproximación y presencia de sistema frontal débil sobre la zona.</p> <p>Se prevé la aproximación y presencia de un sistema frontal, que aunque mas bien débil, debería provocar precipitaciones moderadas durante parte de la tarde y de la noche del Sábado 16, con ello, PMCA será bajo y calidad de aire buena.</p>	<p>Presencia y paso de sistema frontal débil sobre la zona.</p> <p>Por las altas concentraciones horarias de MP10 registradas en la noche de ayer y madrugada de hoy, el ICAP alcanzó el nivel del Alerta en horas de la madrugada. Durante el día se registraron chubascos y buenas condiciones de ventilación.</p>

❑ **Comportamiento de las variables meteorológicas**



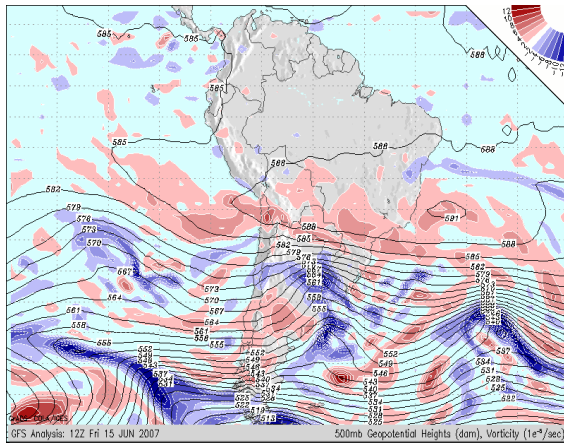
La Figura 1-33 muestra en la noche del 15 y mañana del 16 vientos muy débiles menores a 0.5 m/s con dirección variable, predominando componentes NNO y NNE.

La Figura 1-34 muestra temperaturas mínimas del orden de 2°C los días 15 y 16, y altas presiones con valores en descenso gradual y sostenido desde la tarde del 15 hasta la madrugada del 16.

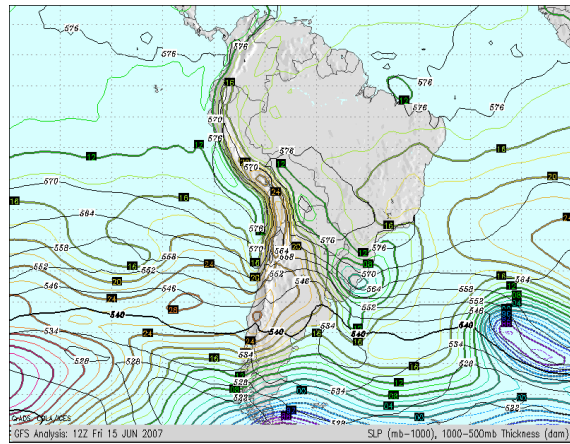
❑ **Análisis de los Modelos Numéricos de Pronóstico y PMCA**

Los modelos numéricos analizados preveían para el día 15 un predominio anticiclónico frío débil en superficie y la presencia de una dorsal cálida en altura, condición típicamente asociada a una marcada estabilización atmosférica. Consecuentemente se pronosticó malas condiciones de ventilación y PMCA 4, situación que se constató, particularmente en los altos valores horarios registrados en la noche.

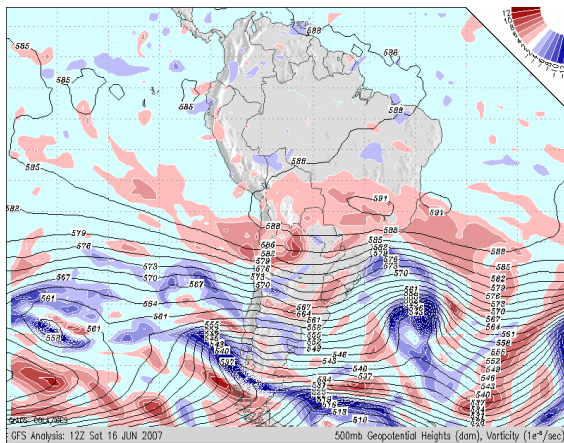
Para el día 16, los modelos pronosticaban para las 12 UTC (08:00 horas local), la aproximación de una vaguada en altura asociada a un sistema frontal débil en superficie, que provocaría chubascos y buena ventilación a partir de la mañana. Debido a esto se pronosticó buenas condiciones de ventilación y PMCA 2, situación que se constató a partir de la mañana. Sin embargo, al final del día 15 y primeras horas de la madrugada del 16 la presencia y paso de la dorsal en altura, determinó altos valores horarios de MP10, lo que asociado a la inercia del ICAP mantuvo 23 horas valores sobre la norma, alcanzándose incluso en horas de la madrugada el nivel de Alerta.



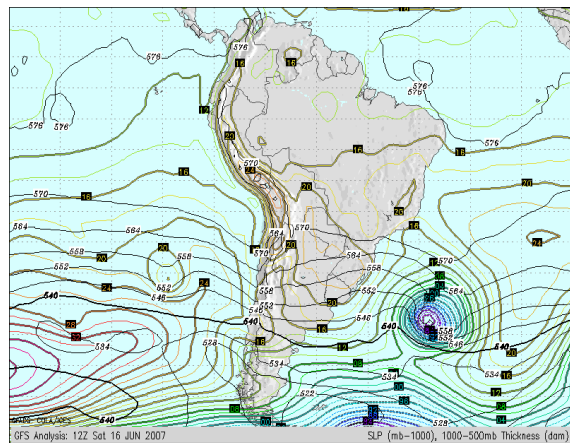
**Figura 1-35** Carta de re-análisis de 500hPa, en la cual se aprecia la presencia de la dorsal en altura. Valido para el día 15/ 12Z



**Figura 1-36** Carta de re-análisis de 1000-500hPa, se aprecia un margen anticiclónico débil en superficie. Valido para el día 15/ 12Z



**Figura 1-37** Carta de re-análisis de 500hPa, en la cual se aprecia la presencia de la dorsal en altura. Valido para el día 16/ 12Z



**Figura 1-38** Carta de re-análisis de 1000-500hPa, se aprecia un margen anticiclónico débil en superficie. Valido para el día 16/ 12Z

□ **Conclusiones y comentarios**

El pronóstico de PMCA para el día 15 de Junio estuvo acertado, ya que al determinar un PMCA4, se previó la marcada estabilización y mala ventilación que determinó altos registros horarios de MP10 al final del día.

Para el día 16 en la mañana los modelos pronosticaban la aproximación de una vaguada en altura asociada a un sistema frontal. Debido a esto se pronosticó buenas condiciones de ventilación y PMCA 2. Esta situación que prevaleció durante la mayor parte del día se constató sólo a partir de la mañana. Esto debido a que las malas condiciones de ventilación registradas al final del día 15, se extendieron hasta las primeras horas de la madrugada del 16 alcanzándose el nivel de Alerta. No obstante la notoria mejoría de las condiciones de ventilación y bajos valores horarios registrados a partir de la mañana, el indicador ICAP debido a su inercia presentó el resto del día niveles sobre la Norma.

## 1.6 Episodio N° 6

### □ Datos Generales

Fecha	29-30 de Junio 2007
Tipo	A(t)
Estación	Las Encinas
Máximo promedio de 24 horas	Día 29: 349 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Día 30: 345 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .
Pronóstico PMCA	Día 29: Regular/Alto (PMCA 4) Día 30: Alto. (PMCA 5)
Condición Meteorológica Observada	Día 29: Presencia de dorsal en altura. Predominio anticiclónico en superficie. Día 30: Presencia de dorsal en altura. Predominio anticiclónico en superficie.
Pronóstico de Calidad de Aire (Estimación por falla del instrumento)	Día 29: 237 (Preemergencia) con sonda; 249 (pre-emergencia) sin sonda. Día 30: 304 (Preemergencia) con sonda; 361 (emergencia) sin sonda.
Condición de Calidad de Aire Observada	Día 29: Emergencia en Las Encinas. Concentraciones horarias sobre 800 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Día 30: Emergencia en Las Encinas. Concentraciones horarias sobre 700 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ durante la madrugada mejorando significativamente en el transcurso del día.
Duración de los episodios, número de horas continuas con promedios móviles de 24 horas por sobre los 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .	67 horas (datos hasta 30 de junio a las 21 horas)
Duración de los episodios, número de horas discontinuas con valores horarios por sobre los 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .	26 horas
Máximas concentración horaria asociada al evento. ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	807
Máximas concentraciones horarias entre las 18:00 y 24:00 hrs. ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	655 día 28; 807 día 29

□ Bitácora del Episodio

**Pronóstico de PMCA (Condición Relevante, PMCA mayor pronosticado)**

Día	PMCA Pronosticado	PMCA Observado	Diferencia Categoría
29	4	4	0
30	5	4	-1

**Pronóstico de Calidad de Aire ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) (Condición Relevante)**

Día	Pronóstico $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Observado $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Error $\mu\text{g}/\text{m}^3$
29	249	349	-100
30	361	345	+16

NOTA: A fines de junio hubo fallas en el equipo de medición de MP10. Por lo tanto, se elaboró una ecuación alternativa en base a los datos de Padre Las Casas. Las estimaciones sobre la base de esta ecuación alternativa, no serán evaluadas dentro de los modelos operacionales construidos para la ciudad de Temuco.

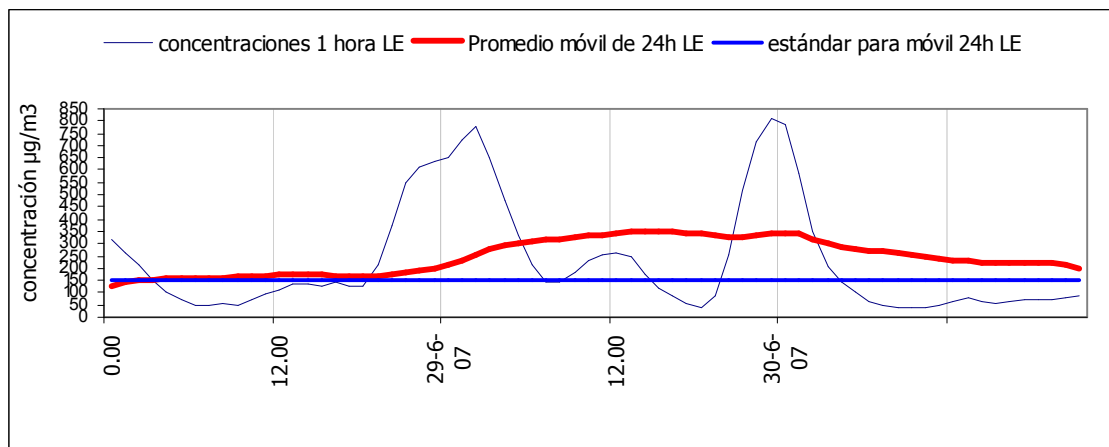


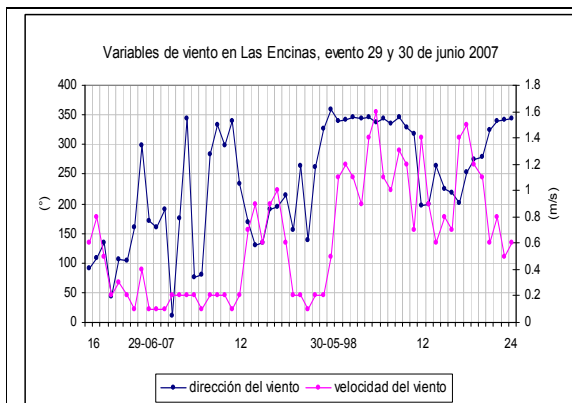
Figura 1-39 Concentraciones horarias y promedios móviles de 24 horas (ICAP) observados durante el período 29 y 30 de junio.

□ **Pronóstico**

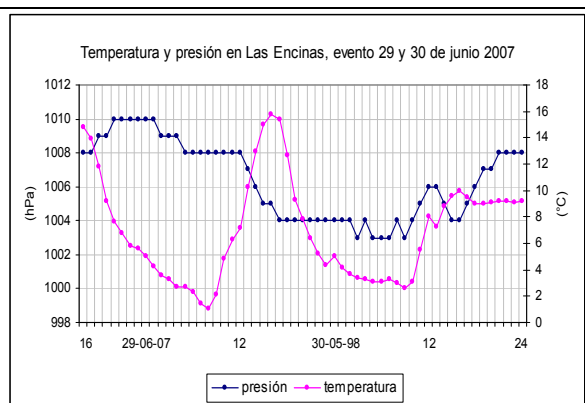
<b>Día/Mes</b>	<b>Con 24 horas de Anticipación</b>	<b>Condiciones Observadas</b>
<b>29/06</b>	<p>Presencia de dorsal cálida en altura y sistema frontal cálido, de características débiles, al Sur de la zona. Posicionamiento de anticiclón en superficie.</p> <p>Fortalecimiento de dorsal en altura, y condiciones muy adversas de dispersión atmosférica. Malas condiciones de ventilación</p>	<p>Presencia de extensa dorsal cálida en altura. Anticiclón intensificándose en superficie.</p> <p>Dorsal en altura y anticiclón en superficie provocan una condición de extrema estratificación. Esto ha conllevado ventilación nula y elevadas concentraciones de MP10 alcanzándose el nivel de Emergencia ambiental.</p>
<b>30/06</b>	<p>Presencia de dorsal muy intensa en altura. Predominio anticiclónico en superficie.</p> <p>La dorsal en altura se mantendrá sobre Temuco y con ello, la adversa condición meteorológica para la dispersión atmosférica. Condiciones de ventilación malas a críticas</p>	<p>Presencia de dorsal en altura. Predominio anticiclónico en superficie.</p> <p>La dorsal en altura y el anticiclón en superficie han cedido frente a la incursión de un sistema frontal débil que pasa por el límite sur de la IX región. Debido a esto la capa de mezcla ha aumentado su espesor, permitiendo una disminución del MP10.</p>



❑ **Comportamiento de las variables meteorológicas**



**Figura 1-40 Dirección y velocidad del viento en Las Encinas.**



**Figura 1-41 Temperatura y presión del viento en Las Encinas.**

La Figura 1-40 muestra en la noche del 28 y hasta el mediodía del 29 vientos excepcionalmente débiles del orden o menores a 0.2 m/s con dirección variable predominantemente entre los cuadrantes NNO y NNE. En la noche del 29 e inicio del 30 el viento se presenta nuevamente muy débil del orden de 0.2 m/s, y con dirección variable, predominantemente S. En la madrugada el viento rota al N y se intensifica entre 1 y 1.5 m/s.

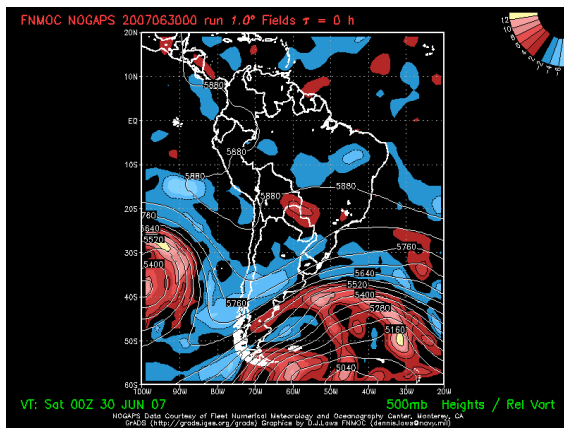
En la Figura 1-41 se observa el día 29 una temperatura mínima del orden de 1°C, mientras la máxima alcanza valores cercanos a 16°C. Las altas presiones disminuyen gradualmente durante el día. El 30 la temperatura mínima alcanza valores cercanos a 3°C, en tanto la máxima desciende respecto al día anterior y llega solo a 10°C. La presión se presenta estacionaria, subiendo gradualmente después del mediodía.

❑ **Análisis de los Modelos Numéricos de Pronóstico y PMCA**

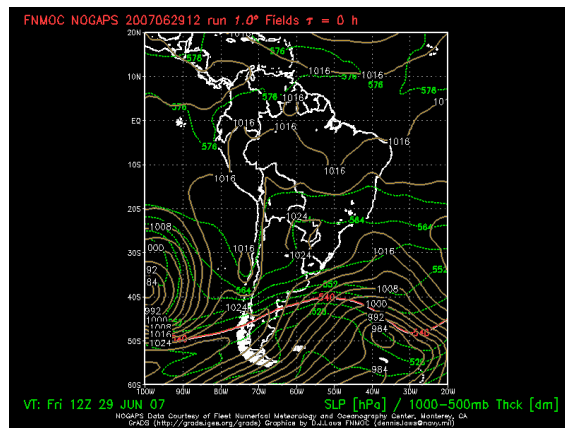
Los modelos numéricos de pronóstico mostraban el para el día 29 una profunda dorsal cálida en altura. En superficie registraban la intensificación de un anticiclón inicialmente frío, siendo reemplazado por un anticiclón cálido asociado a una fuerte inversión térmica de subsidencia. El gradiente térmico vertical entre Oyama y Las Encinas a las 08 horas del día 29 alcanzaba un valor de +14.9°C, denotando la extrema estabilidad atmosférica a niveles bajos. El PMCA 4 pronosticado en la tarde del día anterior, estuvo acertado en cuanto a la tendencia al notorio empeoramiento previsto de las condiciones de ventilación, sin embargo dadas las drásticas condiciones de mala ventilación, el PMCA 5 habría sido más acertado.

El día 30 las condiciones de extrema estabilidad y mala ventilación se mantuvieron hasta la madrugada, mejorando sostenidamente en el transcurso del día. El índice de estabilidad entre Oyama-Las encinas a las 08 horas, todavía se presentaba alto +11.1°C, pero descendiendo aproximadamente 4°C respecto al día anterior. La inercia asociada al índice ICAP determinó que no obstante producirse un gradual y sostenido mejoramiento de las condiciones de ventilación, el

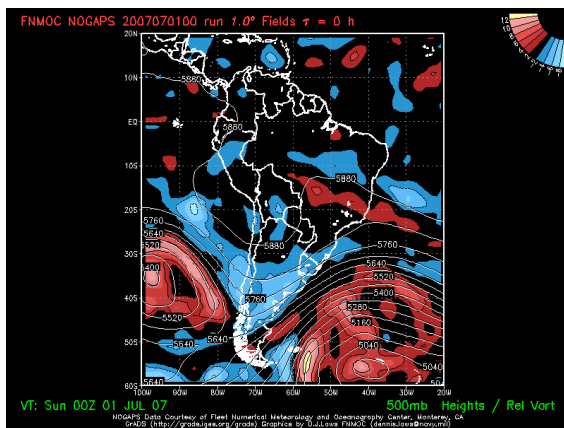
Índice de Calidad del Aire por Partículas se mantuviera sobre la Norma, prácticamente hasta el final del día. El PMCA 4 pronosticado se justificó sólo dados los altos índices registrados en las primeras horas de la madrugada.



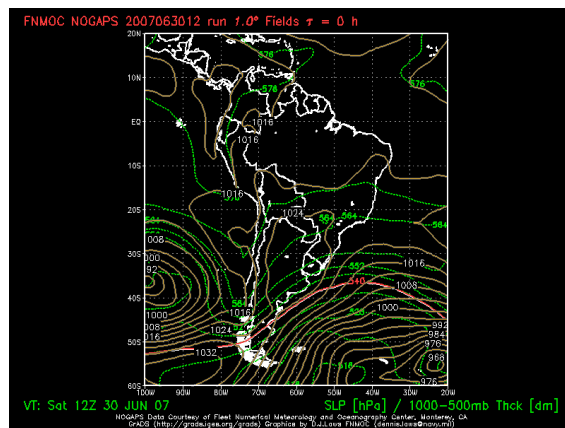
**Figura 1-42** Carta de re-análisis de 500hPa, en la cual se aprecia la presencia de la dorsal en altura. Valido para el día 30/06/ 00Z



**Figura 1-43** Carta de re-análisis de 1000-500hPa, se aprecia un margen anticiclónico débil en superficie. Valido para el día 29/ 06/12Z



**Figura 1-44** Carta de re-análisis de 500hPa, en la cual se aprecia la presencia de la dorsal en altura. Valido para el día 01/07/ 00Z



**Figura 1-45** Carta de re-análisis de 1000-500hPa, se aprecia un margen anticiclónico débil en superficie. Valido para el día 30/06/ 12Z



□ **Conclusiones y comentarios**

El pronóstico de PMCA 4 pronosticado 24 horas antes para el día 29 de Junio estuvo acertado, aunque dada la extrema estabilidad y malas condiciones de dispersión presentadas un PMCA 5 habría sido aún más certero. El alto valor del Índice de estabilidad entre Oyama-Las Encinas a las 8 AM (14.9°C) daba cuenta de la intensidad de la dorsal en altura que asociada al anticiclón en superficie determinaba condiciones de extrema estabilidad que determinaron que se alcanzara el nivel de Emergencia ambiental.

## 1.7 Mes Julio\_ Episodio N °7

### □ Datos Generales

Fecha	10-11-12 de Julio 2007
Tipo	A (t)
Estación	Las Encinas
Máximo promedio de 24 horas	Día 10: 207 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Día 11: 257 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Día 12: 253 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .
Pronóstico PMCA	Día 10: Regular/Alto Día 11: Regular/Alto Día 12: Bueno.
Condición Meteorológica Observada	Día 10: Presencia de vaguada de onda corta en altura. Altas presiones frías en superficie. Muy Estable. Día 11: Anticiclón en debilitamiento por aproximación de vaguada asociada a sistema frontal. Día 12: Presencia de sistema frontal. Inestable, con precipitaciones durante la jornada.
Pronóstico de Calidad de Aire	Día 10: Alerta. Día 11: Pre-emergencia Día 12: Regular
Calidad de Aire Observada	Día 10: Alerta en Las Encinas. Concentraciones horarias sobre 450 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Día 11: Pre-emergencia en Las Encinas. Concentraciones horarias sobre 450 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Día 12: Pre-emergencia en Las Encinas. Concentraciones horarias sobre 320 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ durante las primeras horas de la madrugada.
Número de horas con promedios móviles de 24 horas por sobre los 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .	76 horas
Número de horas continuas con valores horarios por sobre los 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .	33 horas
Máximas concentraciones horarias asociadas al episodio. ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Día 10: 496 Día 11: 474 Día 12: 320
Máximas concentraciones horarias entre las 18:00 y 24:00 hrs. ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Día 10: 423 Día 11: 474 Día 12: 89

□ Bitácora del Episodio

**Pronóstico de PMCA (Condición Relevante, PMCA mayor pronosticado)**

Día	PMCA Pronosticado	PMCA Observado	Diferencia Categoría
10	4	4	0
11	4	4	0
12	1	1	0

**Pronóstico de Calidad de Aire ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) (Condición Relevante)**

Día	Pronóstico ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Observado ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Error ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
10	239	207	32
11	241	257	-16
12	158	253	-95

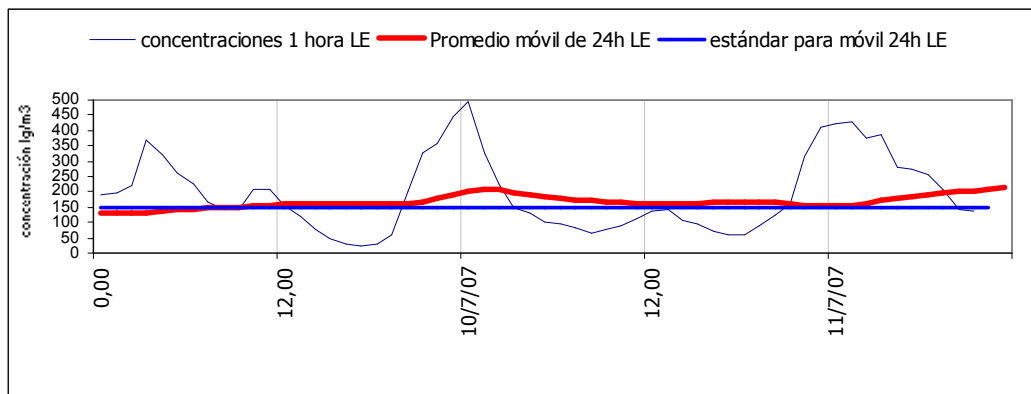


Figura 1-46 Concentraciones horarias y promedio móvil de 24 horas observadas durante el período del 09 al 11 de Julio.

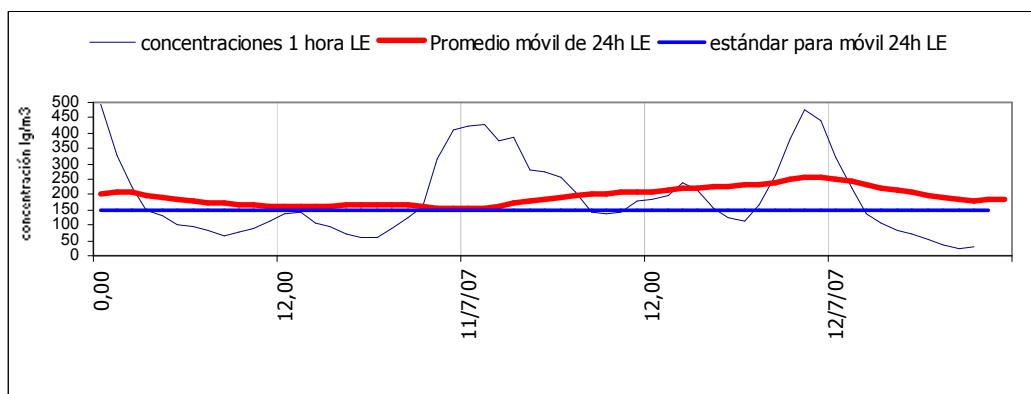


Figura 1-47 Concentraciones horarias y promedio móvil de 24 horas observadas durante el período del día 10 al 12 de Julio.

□ **Pronóstico**

Día/Mes	Con 24 horas de Anticipación	Condiciones Observadas
<p><b>10/07</b></p>	<p>Irrupción de vaguada de onda corta y aproximación de dorsal en altura. Altas presiones frías en superficie.</p> <p>Se espera la irrupción de una vaguada débil en altura, en superficie continuará el predominio del anticiclón frío manteniendo las características meteorológicas. Las condiciones de ventilación para Temuco se presentarán Malas especialmente durante la madrugada.</p>	<p>Presencia de vaguada de onda corta y aproximación de dorsal en altura. Altas presiones frías en superficie.</p> <p>Se ha observado la irrupción de una vaguada de onda corta desde el Sur en altura, en superficie continua el predominio anticiclónico frío. Esta configuración ha provocado que se mantengan las bajas temperaturas y estabilidad en la región. Las condiciones de ventilación para Temuco se han presentado Malas empeorando especialmente hacia la noche.</p>
<p><b>11/07</b></p>	<p>Aproximación de nueva vaguada en altura desde el Sur. Margen anticiclónico débil por aproximación frontal.</p> <p>Se espera una nueva aproximación de vaguada asociada a un sistema frontal débil en altura.</p> <p>En superficie comenzará el paulatino debilitamiento del anticiclón frío, configuración que mantendrá la marcada estabilización y las bajas temperaturas especialmente durante la madrugada. Luego, esta condición variara moderadamente durante el transcurso del día. Las condiciones de ventilación se presentarán Malas especialmente en la madrugada variando a Regulares hacia la tarde.</p>	<p>Anticiclón en debilitamiento por aproximación de vaguada asociada a sistema frontal.</p> <p>Se ha observado predominio anticiclónico frío, que aunque en declinación, ha seguido provocando temperaturas mínimas bajo cero y alta estratificación atmosférica sobre la región. Las condiciones de ventilación en Temuco se han presentado Malas, mejorando después de medianoche, con la aproximación de un sistema frontal a la zona.</p>

Día/Mes	Con 24 horas de Anticipación	Condiciones Observadas
12/07	<p>Presencia de sistema frontal. Estable durante las primeras horas de la madrugada a inestable y precipitaciones durante la jornada.</p> <p>Se espera el ingreso de un sistema frontal desde primeras horas de la madrugada, el que hará predominar cielos cubiertos y precipitaciones durante toda la jornada, conllevando a una mayor inestabilidad atmosférica y condiciones de ventilación en franco mejoramiento. Se prevé un PMCA bajo y calidad del aire, de acuerdo a modelo, variando de Regular a Buena.</p>	<p>Presencia de sistema frontal. Estable durante las primeras horas de la madrugada a Inestable y Precipitaciones durante la jornada.</p> <p>Por la presencia de sistema frontal, desde las 4:00 AM se han registrado precipitaciones intermitentes sobre Temuco y sus alrededores, las que se irán incrementando hacia el anochecer. Debido a lo anterior, las condiciones de ventilación se han presentado óptimas y consecuentemente, el PMCA y las concentraciones de MP10, bajos. Para las próximas horas del día, esta situación no debería experimentar mayores cambios.</p>

❑ Comportamiento de las variables meteorológicas

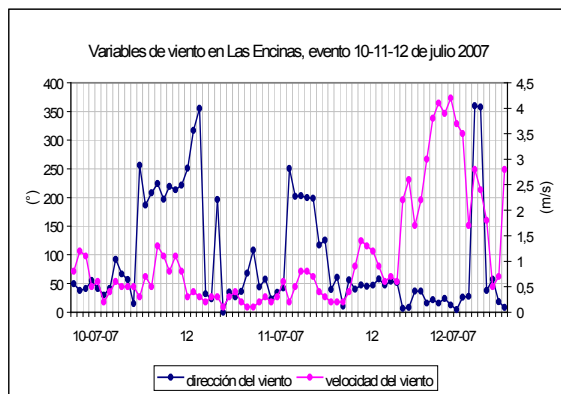


Figura 1-48 Dirección y velocidad del viento en Las Encinas.

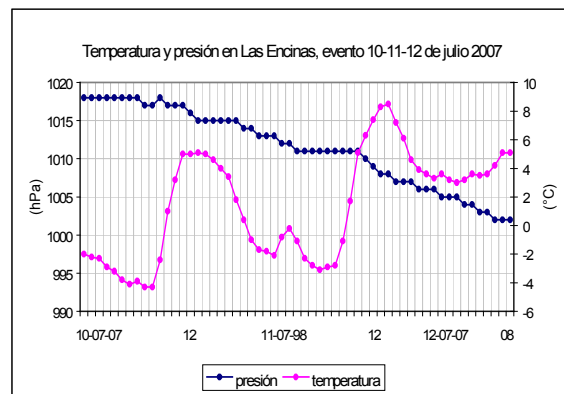


Figura 1-49 Temperatura y presión en Las Encinas.

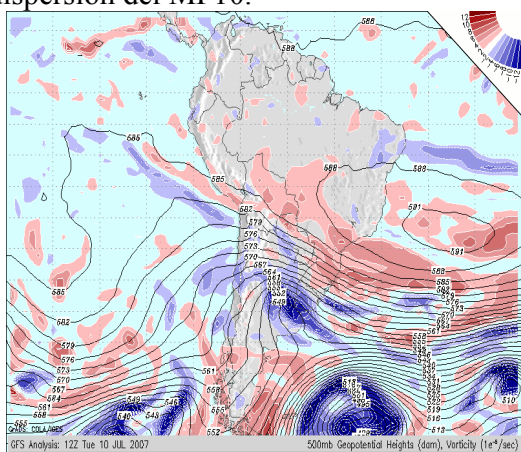
La Figura 1-48 muestra la relación entre la velocidad e intensidad del viento. Se observa dirección variable con una magnitud muy débil, del orden de 1 m/s durante el episodio, intensificándose hacia la medianoche del día 11 a 4 m/s, y rotando a una componente Norte producto de la irrupción de un sistema frontal.

La Figura 1-49 muestra la relación entre la presión y la temperatura. Se aprecia que durante los días 10 y 11 la presión se presentó alta, con un descenso muy gradual, mientras las temperaturas mínimas registraban valores bajo 0°C. Como consecuencia de la aproximación y posterior irrupción de un sistema frontal, a partir de la tarde del día 11 y transcurso del 12 la presión bajó marcadamente, mientras la temperatura mínima se elevó a + 1.9 °C.

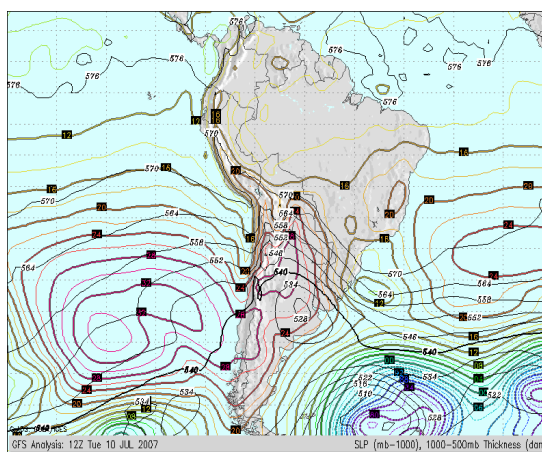


□ **Análisis de los Modelos Numéricos de Pronóstico y PMCA**

Los diversos modelos numéricos de pronóstico mostraban una configuración característica de episodio del tipo A (t) para la región de la Araucanía, es decir la presencia de una dorsal cálida en altura y predominio anticiclónico frío en superficie. Esta condición provoca una marcada estabilización de la atmósfera, inversión térmica a niveles bajos, reducción de la capa de mezcla superficial, malas condiciones de ventilación y consecuentemente malas condiciones de dispersión del MP10.

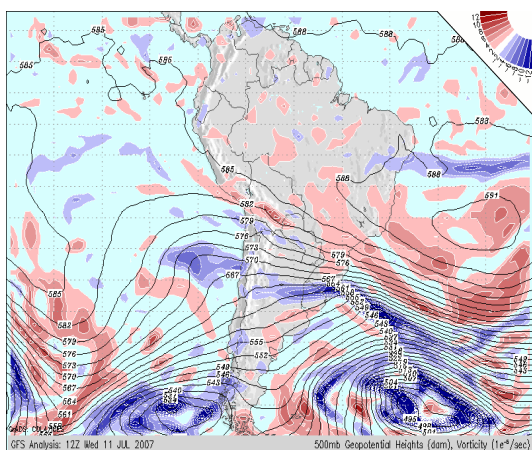


**Figura 1-50 Carta 500 hPa del día 10/07/2007 12:00Z.**

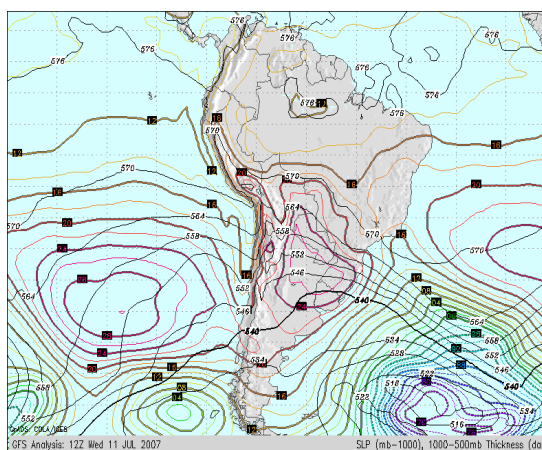


**Figura 1-51 Carta 1000-500 hPa del día 10/07/2007 12:00Z.**

**Día 10:** Se observa la aproximación de una dorsal de onda corta en altura y la intensificación del anticiclón frío en superficie con presiones que alcanzaban valores de 1030 hPa (reducida al nivel del mar) y temperaturas mínimas del orden de  $-5.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ .



**Figura 1-52 Carta 500 hPa del día 11/07/2007 12:00Z**



**Figura 1-53 Carta 1000-500 hPa del día 11/07/2007 12:00Z**

**Día 11:** Se presenta un flujo de dorsal en altura, mientras que en superficie se mantiene el anticiclón frío con presiones que alcanzan valores de 1023 hPa (n.m.m.) y temperaturas mínimas del orden de  $-3.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Los valores de presión mostraban un gradual debilitamiento, producto del paso gradual de la alta fría a sector argentino, y un moderado ascenso de la temperatura.



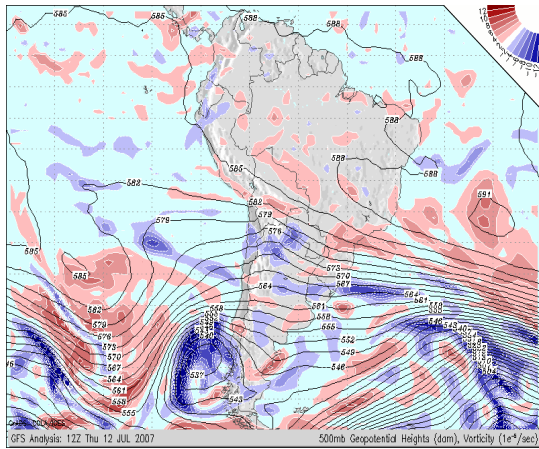


Figura 1-54 Carta 500 hPa del día 12/07/2007 12:00Z.

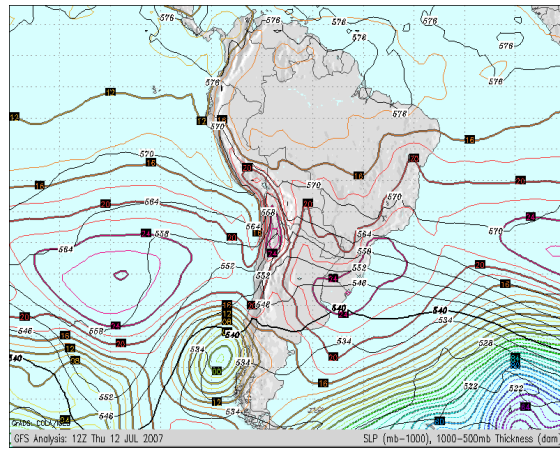


Figura 1-55 Carta 1000-500 hPa del día 12/07/2007 12:00Z.

**Día 12:** Las altas presiones fueron reemplazadas por un centro depresionario asociado a la irrupción de un sistema frontal. Se registra un ascenso de la temperatura mínima, aumento de la magnitud del viento y precipitaciones desde la madrugada, mejorando significativamente las condiciones de ventilación y de calidad del aire.

#### □ Conclusiones y comentarios

Las altas concentraciones horarias registradas en la noche del día 11, determinaron que el ICAP debido a su inercia se mantuviera después de la medianoche y primeras horas del 12 en nivel de Pre-emergencia, y sobre la Norma ( $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) durante 15 horas. Sin embargo a partir de las 02 AM y durante todo el día los registros horarios de MP10 fueron muy bajos.

Esto muestra que el Indicador ICAP como promedio móvil de 24 horas produce una seria distorsión en la gestión de episodios, en el análisis y en la relación meteorología-calidad de aire. CENMA ha propuesto en numerosas ocasiones cambiar, para efectos operacionales, este indicador por un indicador que de cuenta de promedios menores, del orden de 6 a 3 horas, de modo que se centre en los máximos valores horarios de MP10.

El 12 de Julio un sistema frontal activo afectó la zona desde la madrugada, asociando precipitaciones y buenas condiciones de ventilación y dispersión durante todo el día, sin embargo para efectos estadísticos este día queda registrado como de Pre-emergencia ambiental por MP10. Lo ocurrido en este episodio constituye un ejemplo más de la necesidad de cambiar el actual indicador ICAP,

## 1.8 Mes Agosto\_ Episodio N° 8

### □ Datos Generales

Fecha	01 de Agosto 2007
Tipo	A(t)
Estación	Las Encinas
Máximo promedio de 24 horas	249 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .
Pronóstico PMCA	Regular/Alto (PMCA 4)
Condición Meteorológica Observada	Presencia de dorsal en altura. Predominio anticiclónico en superficie.
Pronóstico de Calidad de Aire	Alerta.
Calidad de Aire Observada	Pre-emergencia en Las Encinas.
Duración de los episodios, número de horas con promedios móviles de 24 horas por sobre los 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .	17 horas (* 27 horas) Nota: Falta información, desde el 31 de julio a las 16 horas hasta el 1 de agosto a las 9 horas. *Se infiere que al menos 10 de las horas faltantes estuvieron sobre 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .
Duración de los episodios, número de horas discontinuas con valores horarios por sobre los 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .	17 horas.
Máximas concentración horaria asociada al evento. ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	401
Máximas concentraciones horarias entre las 18:00 y 24:00 hrs. ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	369

□ Bitácora del Episodio

**Pronóstico de PMCA (Condición Relevante, PMCA mayor pronosticado)**

Día	PMCA Pronosticado	PMCA Observado	Diferencia Categoría
01	4	4	0

**Pronóstico de Calidad de Aire ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) (Condición Relevante)**

Día	Pronóstico $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Observado $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Error $\mu\text{g}/\text{m}^3$
01	208	249	-41

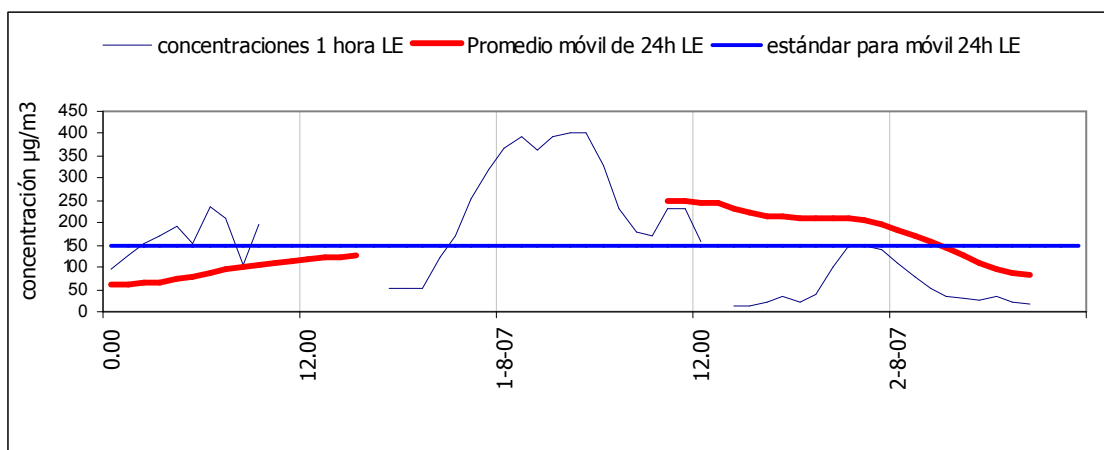


Figura 1-56 Concentraciones horarias y promedio móvil de 24 horas observadas durante el período del día 01 de Agosto.

□ **Pronóstico**

Día/Mes	Con 24 horas de Anticipación	Condiciones Observadas
01/08	<p>Desplazamiento de vaguada en altura hacia en norte. Incurción de altas presiones frías en superficie.</p> <p>Se espera el desplazamiento de la vaguada en altura hacia latitudes menores y la ratificación del dominio anticiclónico en superficie. Cielos predominarán parciales, ocasionalmente despejados. Estratificación atmosférica aumentará. Temperaturas mínimas descenderán bajo cero grados centígrados. Todo lo anterior hace prever condiciones de ventilación Regulares, ocasionalmente Malas (*). (* Malas, ocasionalmente Regulares.</p>	<p>Paso de vaguada en altura. Irrupción de dorsal en altura e incurción de altas presiones frías en superficie.</p> <p>Se ha observado el paso de la vaguada en altura y fuerte dominio anticiclónico en superficie. Cielos principalmente despejados, con fuerte enfriamiento radiativo durante la noche y su consecuente estratificación atmosférica, la que dificulta la dispersión en el aire. Con ello, las condiciones de ventilación se han presentado Regulares a Malas.</p>

□ **Comportamiento de las variables meteorológicas**

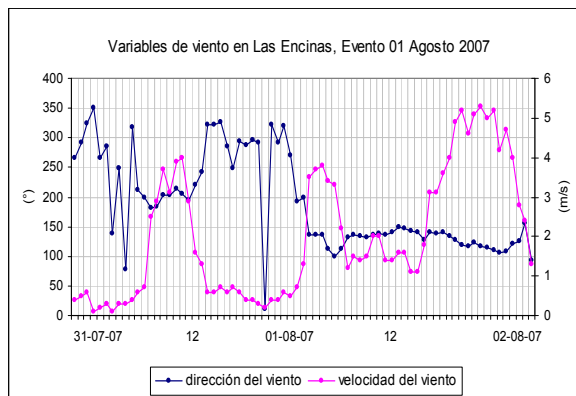


Figura 1-57 Dirección y velocidad del viento en Las Encinas.

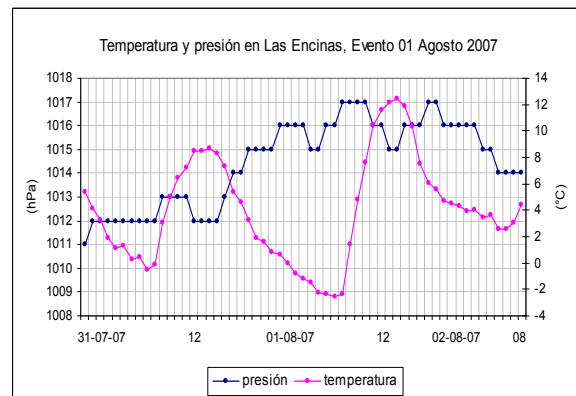


Figura 1-58 Temperatura y presión en Las Encinas.

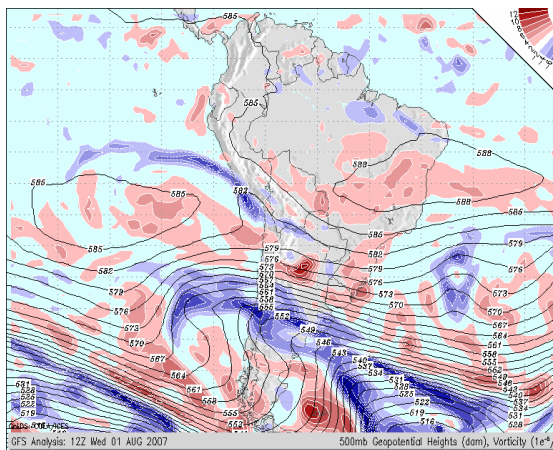
La Figura 1-57 muestra al final del día 31 y madrugada del 01 de Agosto, vientos muy débiles menores a 0.5 m/s y dirección variable aunque con un predominio de componente noroeste. Llama la atención que durante el evento el viento rota al este intensificándose hasta alcanzar los 4m/s aproximadamente, manteniéndose no obstante, e incluso incrementándose las altas concentraciones horarias de MP10.

La Figura 1-58 muestra la presencia de la alta fría en superficie en la madrugada del día 01 de Agosto, con valores de presión que alcanzan a 1017 hPa y temperatura mínima de -2°C.

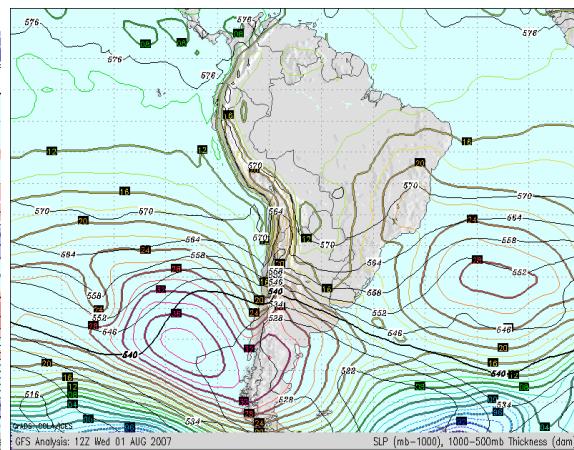
❑ **Análisis de los Modelos Numéricos de Pronóstico y PMCA**

En el mapa de 500 hPa se aprecia una típica configuración tipo A (t), con la irrupción de una dorsal en altura con inclinación NO-SE, que reemplaza a una vaguada que se desplaza hacia la zona norte.

El mapa de espesor 1000-500 hPa y presiones de superficie, muestra la presencia de una alta fría migratoria cruzando a sector argentino, flujo del este, y una vaguada costera relativa en la zona centro-sur. Esta configuración, se asocia a subsidencia y reducción de la capa de mezcla superficial. Esta condición meteorológica fue prevista correctamente con 24 horas de anticipación asignándole un PMCA 4, malas condiciones de ventilación.



**Figura 1-59 Carta 500 hPa del día 01/08/2007 12:00Z.**



**Figura 1-60 Carta 1000-500 hPa del día 01/08/2007 12:00Z.**

❑ **Conclusiones y comentarios**

Los modelos numéricos de pronóstico definieron con más de 24 horas de anticipación la presencia de una configuración A (t). Se asignó un PMCA 4 que determinó un pronóstico de Alerta, sin embargo se alcanzó el nivel de preemergencia.

En este episodio llama la atención que durante la madrugada no obstante alcanzarse valores de viento de componente este de 4 m/s las concentraciones horarias de MP10 de mantuvieron altas, e incluso subieron. Es interesante hacer más adelante un análisis retrospectivo del número, distribución y características de las fuentes emisoras ubicadas viento arriba, es decir ubicadas al Este de la estación.

## 1.9 Episodio N° 9

### □ Datos Generales

Fecha	09-10-11 de Agosto 2007
Tipo	A (t) variando a BPF (t) al término del episodio.
Estación	Las Encinas
Máximo promedio de 24 horas	Día 09: 284 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Día 10: 258 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Día 11: 198 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .
Pronóstico PMCA	Día 09: Regular/Alto Día 10: Alto Día 11: Regular
Condición Meteorológica Observada	Día 09: Aproximación de dorsal en altura. Predominio de altas presiones en superficie. Día 10: Presencia de dorsal en altura. Predominio de altas presiones en superficie. Día 11: Paso de dorsal en altura. Anticiclón debilitado lentamente por aproximación de sistema frontal.
Pronóstico de Calidad de Aire	Día 09: Alerta Día 10: Pre-emergencia Día 11: Regular
Condición de Calidad de Aire Observada	Día 9: Pre-emergencia en Las Encinas. Día 10: Pre-emergencia en Las Encinas. Día 11: Alerta en Las Encinas.
Duración de los episodios, número de horas con promedios móviles de 24 horas por sobre los 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .	53 Horas
Duración de los episodios, número de horas discontinuas con valores horarios por sobre los 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .	35 Horas
Máximas concentración horaria asociada al evento. ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Día 09: 749 Día 10: 368 Día 11: 549
Máximas concentraciones horarias entre las 18:00 y 24:00 hrs. ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Día 9: 749 Día 10: 337 Día 11: 450

□ Bitácora del Episodio

**Pronóstico de PMCA (Condición Relevante, PMCA mayor pronosticado)**

Día	PMCA Pronosticado	PMCA Observado	Diferencia Categoría
09	4	4	0
10	5	4	1
11	3	4	-1

**Pronóstico de Calidad de Aire ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) (Condición Relevante)**

Día	Pronóstico $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Observado $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Error $\mu\text{g}/\text{m}^3$
09	196	284	-88
10	299	258	41
11	159	198	-39

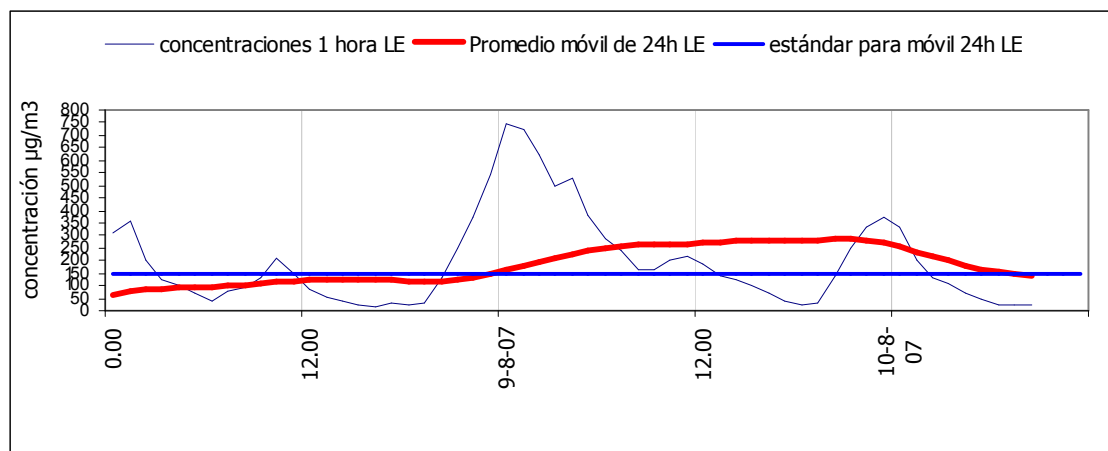


Figura 1-61 Concentraciones horarias y promedio móvil de 24 horas observadas durante el período del día 9 y 11 de Agosto.

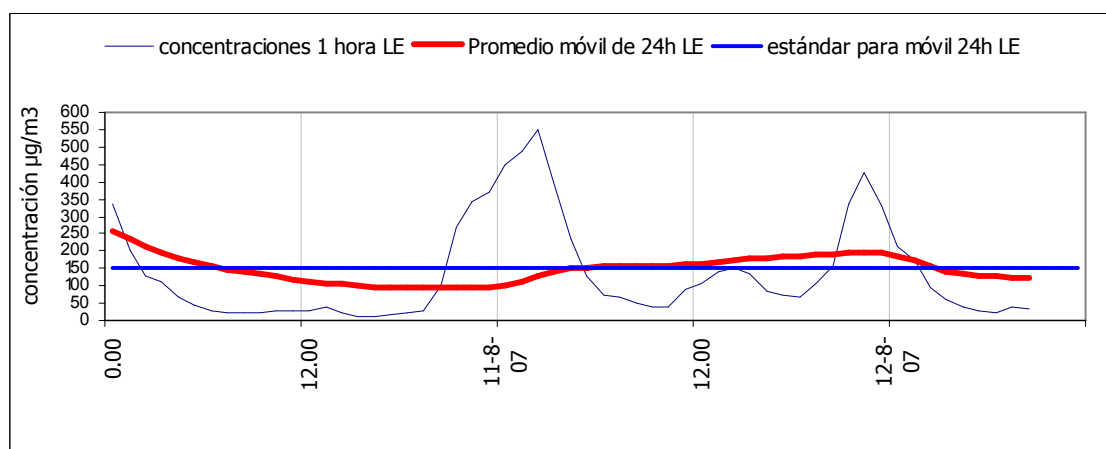


Figura 1-62 Concentraciones horarias y promedio móvil de 24 horas observadas durante el período del día 9 y 11 de Agosto.

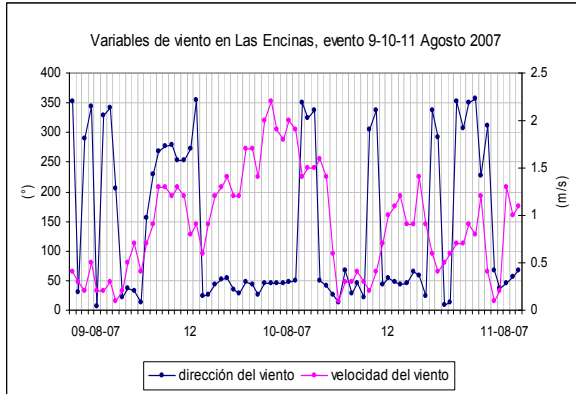
□ **Pronóstico**

Día/Mes	Con 24 horas de Anticipación	Condiciones Observadas
<b>09/08</b>	<p>Presencia de dorsal en altura. Predominio de altas presiones en superficie.</p> <p>Se espera la presencia de una dorsal en altura. En superficie, se prevé el fortalecimiento del anticiclón de características frías. Esta condición mantendrá las bajas temperaturas y la estabilización atmosférica en la región. Las condiciones de ventilación para Temuco se presentarán en general Malas.</p>	<p>Aproximación de dorsal en altura. Predominio de altas presiones en superficie.</p> <p>Con la aproximación de una dorsal en altura y la presencia de un anticiclón frío en superficie, las condiciones de ventilación en Temuco se han presentado Malas. A las 2am se alcanzó nivel de Alerta y desde las 5, Pre-emergencia. Esta situación no debería experimentar mayores cambios durante la jornada.</p>
<b>10/08</b>	<p>Presencia de dorsal en altura. Predominio de altas presiones en superficie.</p> <p>Dorsal en altura se superpone al anticiclón frío en superficie, por lo cual se espera un empeoramiento de la ventilación en Temuco y sus entornos. Mala – Muy Mala ventilación. Esta condición recién mejoraría hacia el sábado 11 en la noche.</p>	<p>Presencia de dorsal en altura. Predominio de altas presiones en superficie.</p> <p>Se constató Pre-emergencia a las 0 horas y Alerta entre las 01 y 05 AM. Posteriormente las concentraciones móviles de MP10 bajaron al rango Regular y Bueno. Esta mejoría transitoria se debió a la aproximación de un sistema frontal. No obstante la calidad del aire volvió a empeorar al final del día, manteniéndose un PCMA 4 hacia el anochecer.</p>

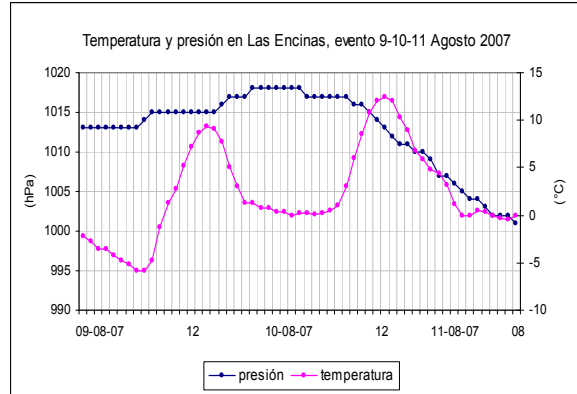


<p><b>11/08</b></p>	<p>Paso de dorsal en altura. Anticiclón debilitándose gradualmente por aproximación de sistema frontal.</p> <p>Aproximación frontal hacia Temuco, que alcanzaría la zona el domingo 12. Asociado a esta condición se prevé que mañana mejorarán las condiciones de dispersión atmosférica respecto de hoy, esperándose un PMCA 3 para mañana, pudiendo disminuir a PMCA 2 hacia la noche.</p>	<p>Paso de dorsal en altura. Anticiclón debilitándose lentamente por aproximación de sistema frontal.</p> <p>Hasta la hora presente del reporte (17 horas del día 11), Las Encinas ha registrado concentraciones móviles 24 horas de MP10, en el rango de Regular, bordeando la Alerta, debido a una transitoria estabilización atmosférica provocada por nubosidad media y alta que precede al sistema frontal que mañana debería asociar precipitaciones desde el mediodía, aproximadamente.</p> <p>Debido a este fenómeno tipo BPF(t), se volvió a correr el modelo predictivo de calidad de aire con un PMCA 3 para el domingo 12, manteniendo el mismo índice (3) para el resto de la presente jornada. No se puede descartar que las concentraciones de MP10 alcancen el nivel de Alerta, antes de la entrada del frente.</p>
---------------------	---	---

□ **Comportamiento de las variables meteorológicas**



**Figura 1-63 Dirección y velocidad del viento en Las Encinas.**



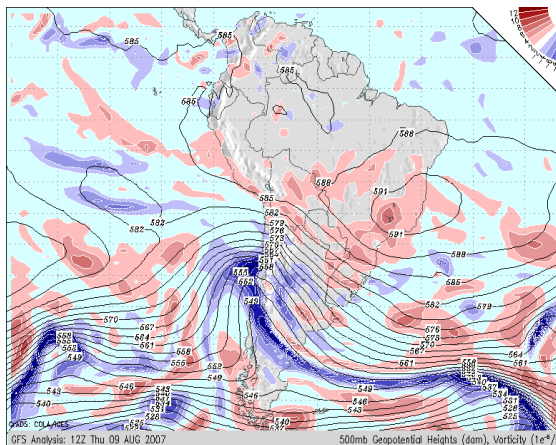
**Figura 1-64 Temperatura y presión en Las Encinas.**

Tal como se ve en la Figura 1-63 en general el viento se presentó con dirección variable e intensidad débil en los periodos de altas concentraciones horarias.

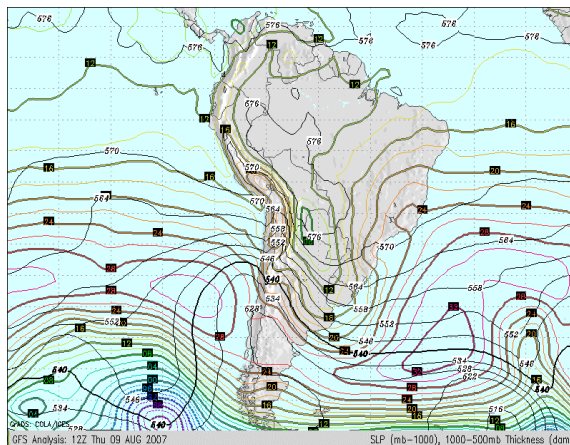
En la madrugada del 09 cuando se registra un valor horario de 749 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), el viento es predominantemente noroeste con una intensidad  $< 0.5$  m/s.

En la Figura 1-64 se observa que la temperatura mínima alcanza un valor de  $-6^\circ\text{C}$  aproximadamente mientras la presión presenta valores del orden de 1015 hPa. disminuyendo marcadamente a partir del mediodía del 10, hasta el día 11 producto del paso de la alta fría migratoria a sector argentino y la aproximación de un sistema frontal.

❑ **Análisis de los Modelos Numéricos de Pronóstico y PMCA**



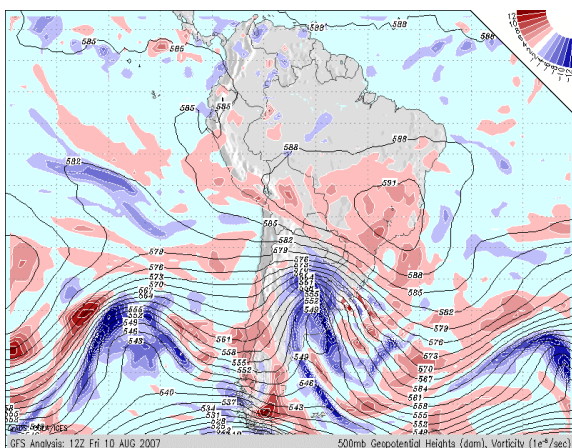
**Figura 1-65 Carta 500 hPa del día 09/08/2007 12:00Z**



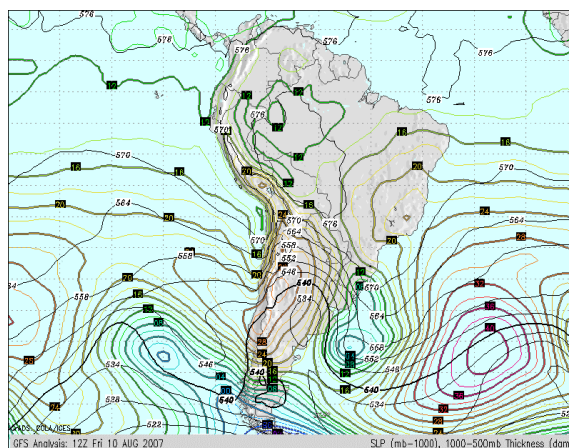
**Figura 1-66 Carta 1000-500 hPa del día 09/08/2007 12:00Z**

**Día 09:** Se observa en la Figura 1-65 la irrupción de una dorsal en altura desde el suroeste, en tanto la Figura 1-66 muestra un margen anticiclónico frío con una presión del orden de 1024 hPa sobre la zona.

Durante el episodio se observaron temperaturas bajas e importante reducción de la capa de mezcla. Esta condición fue pronosticada correctamente con un PMCA 4.



**Figura 1-67 Carta 500 hPa del día 10/08/2007 12:00Z**



**Figura 1-68 Carta 1000-500 hPa del día 10/08/2007 12:00Z**

**Día 10:** En las Figuras 1-67 y 1-68 se constata que entran en fase la condición de altura y superficie, esto es la presencia de dorsal y predominio de altas presiones frías en superficie.

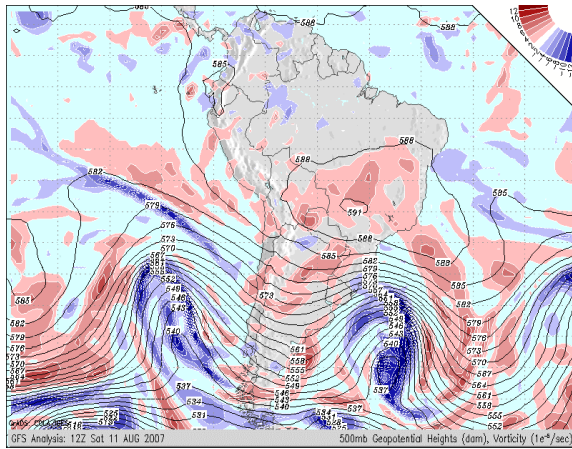


Figura 1-69 Carta 500 hPa del día 11/08/2007 12:00Z

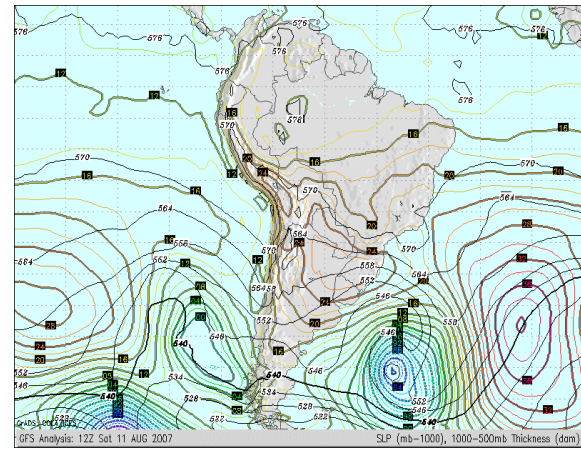


Figura 1-70 Carta 1000-500 hPa del día 11/08/2007 12:00Z

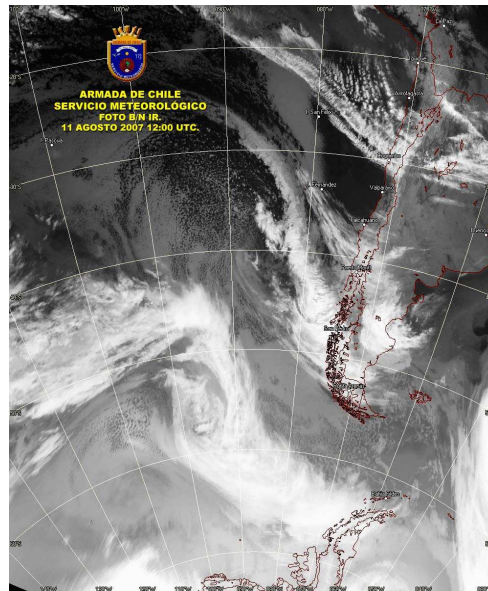


Figura 1-71 Imagen IR del día 11 de agosto del 2007 a las 12z.

**Día 11:** En la Figura 1-69 se observa el paso de la dorsal y la aproximación de una vaguada en altura asociada a un sistema frontal. La Figura 1-70 muestra sobre el Pacífico frente a la Zona Centro-Sur, un centro de bajas presiones que acompaña al sistema frontal, mientras sobre el territorio argentino se observa un anticiclón frío.

Esta condición meteorológica, se vio acompañada de cobertura nubosa media y alta, tal como lo muestra la imagen IR de la Figura 1-71, lo que produjo un nuevo y transitorio empeoramiento de la ventilación producto de un efecto tipo BPF (t).

□ **Conclusiones y comentarios**

El día 09, de acuerdo a lo pronosticado, se observó una marcada condición tipo A (t), dorsal en altura y altas presiones frías en superficie que determinó que se registraran altos valores horarios de MP10 y muy bajas temperaturas en la madrugada.

El día 10 se registró en general una mejoría transitoria de las condiciones de ventilación, no obstante registrase, debido principalmente a la inercia del indicador ICAP una hora en el nivel de Preemergencia a las 00 bajando de la Alerta a las 05 AM.

El día 11 se produjo un nuevo y transitorio empeoramiento de las condiciones de ventilación que habría sido debido principalmente a una condición BPF (t). Esta situación no fue prevista, denotando la complejidad del pronóstico de este tipo de episodios, particularmente en la zona de Temuco que presenta una baja frecuencia de ocurrencia de estos eventos, debido a que los frentes son generalmente más dinámicos que en la Zona Central.

## 1.10 Episodio N° 10

### □ Datos Generales

Fecha	20 de Agosto 2007
Tipo	BPF (t)
Estación	Las Encinas
Máximo promedio de 24 horas	201 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .
Pronóstico PMCA	Regular/Alto
Condición Meteorológica Observada	Paso de dorsal en altura. Aproximación de vaguada en altura. Anticiclón debilitándose por aproximación frontal.
Pronóstico de Calidad de Aire	Alerta
Condición de Calidad de Aire Observada	Alerta en Las Encinas.
Duración de los episodios, número de horas con promedios móviles de 24 horas por sobre los 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .	24 Horas
Duración de los episodios, número de horas discontinuas con valores horarios por sobre los 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .	10 Horas
Máximas concentración horaria asociada al evento. ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	469
Máximas concentraciones horarias entre las 18:00 y 24:00 hrs. ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	469

### □ Bitácora del Episodio

#### Pronóstico de PMCA (Condición Relevante, PMCA mayor pronosticado)

Día	PMCA Pronosticado	PMCA Observado	Diferencia Categoría
20	4	4	0



**Pronóstico de Calidad de Aire ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) (Condición Relevante)**

Día	Pronóstico $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Observado $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Error $\mu\text{g}/\text{m}^3$
20	206	201	5

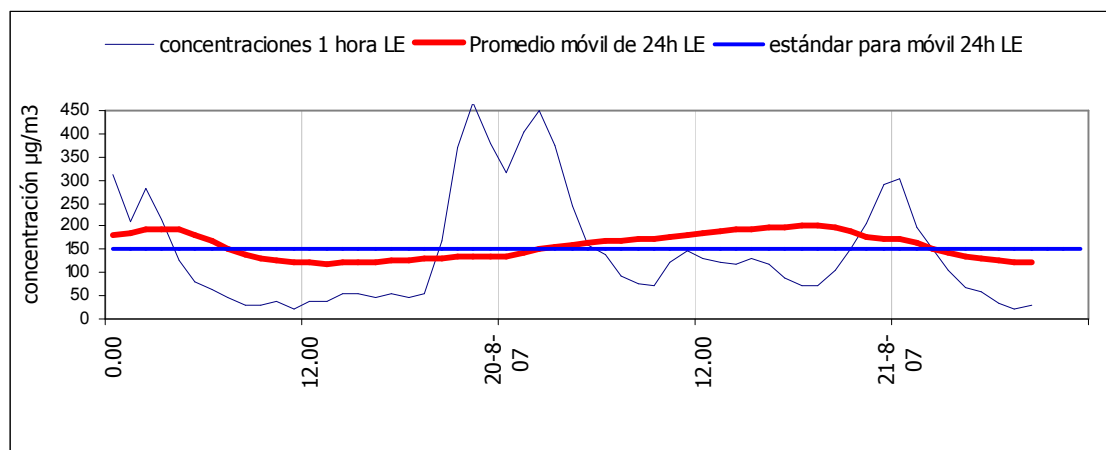


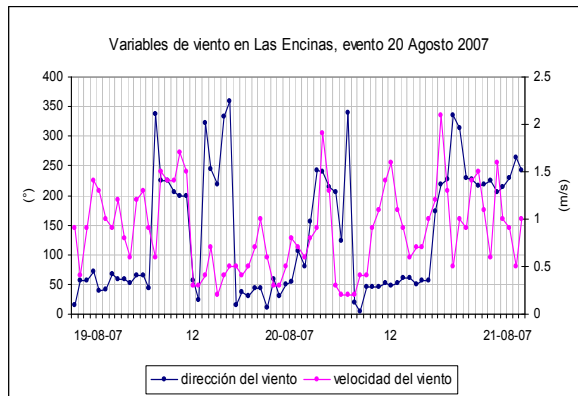
Figura 1-72 Concentraciones horarias y promedio móvil de 24 horas observadas durante el período del día 20 de Agosto.

□ **Pronóstico**

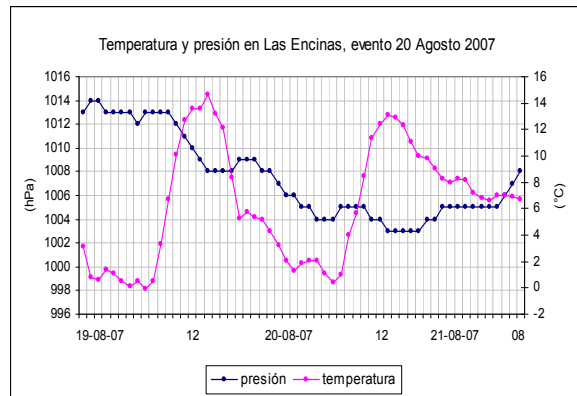
Día/Mes	Con 24 horas de Anticipación	Condiciones Observadas
20/08	<p>Paso de dorsal y aproximación vaguada en altura. Anticiclón debilitándose por aproximación frontal.</p> <p>Se espera el paso de una dorsal en altura, en superficie debitiéndose el anticiclón debido a la aproximación de un sistema frontal débil.</p> <p>Esta configuración provocara mala dispersión y condiciones de estabilidad durante la madrugada, mejorando hacia la noche por el sistema frontal, aportando viento, inestabilidad y probables precipitaciones ocasionales.</p> <p>Las condiciones de ventilación se presentarán Malas en Temuco durante la madrugada variando a Buenas en el transcurso del día.</p>	<p>Paso de dorsal y aproximación de vaguada en altura. Anticiclón debilitándose por aproximación frontal</p> <p>Se ha observado el paso de una dorsal en altura y en superficie la lenta incursión de un sistema frontal débil. Esta configuración ha provocado una ligera estabilización durante parte del día (efecto BPF débil). Las condiciones de ventilación en Temuco se han presentado Malas, mejorando gradualmente hacia la noche.</p>



□ **Comportamiento de las variables meteorológicas**



**Figura 1-73 Dirección y velocidad del viento en Las Encinas.**



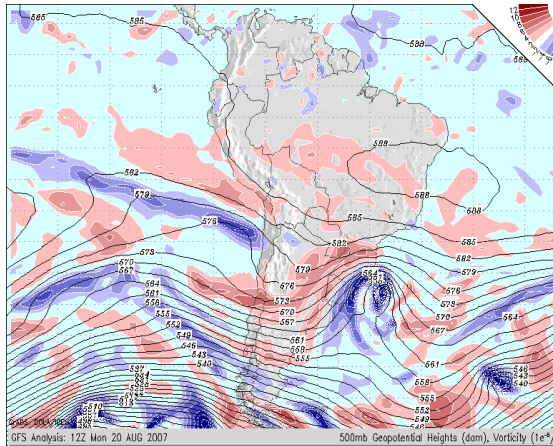
**Figura 1-74 Temperatura y presión en Las Encinas.**

En la Figura 1-73 se aprecia que la dirección del viento al momento de comenzar a gestarse el episodio presenta una dirección variable con intensidad muy débil. El en el transcurso del día se presentan algunas rachas débiles y dirección que va variando NE-NW-W.

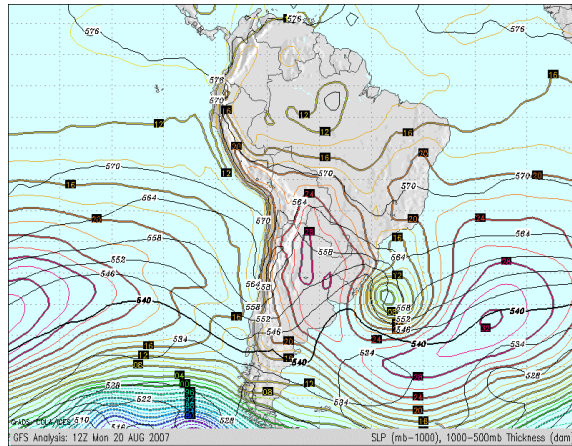
En Figura 1-74 se observa presiones descendiendo, producto al debilitamiento del anticiclón y la aproximación frontal. La temperatura mínima alcanza valores cercanos a 0°C.

□ **Análisis de los Modelos Numéricos de Pronóstico y PMCA**

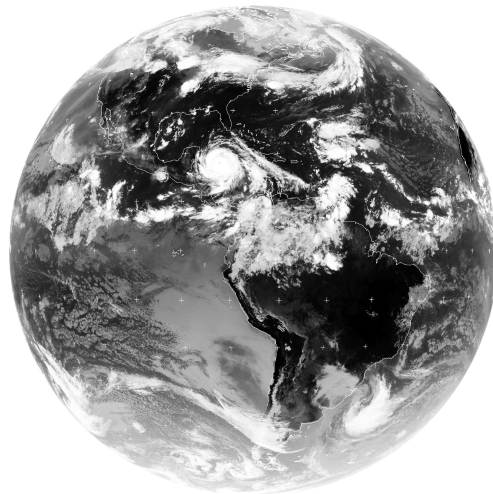
A través del pronóstico meteorológico se pudo prever una condición de episodio, tipo BPF (t) para la región de la Araucanía. Esta condición esta acompañada de abundante nubosidad media y alta prefrontal, bajo factor de ventilación y consecuentemente malas condiciones de dispersión.



**Figura 1-75 Carta 500 hPa del día 20/08/2007 12:00Z**



**Figura 1-76 Carta 1000-500 hPa del día 20/08/2007 12:00Z**



**Figura 1-77 Imagen IR del día 20 de agosto del 2007 a las 12z.**

**Día 20:** En la Figura 1-75, carta de 500 hPa, se observa la aproximación de una vaguada en altura asociada a un sistema frontal, en tanto la Figura 1-76 muestra tanto en superficie como en el espesor 1000-500 hPa una vaguada débil aproximando desde el Pacífico, denotando la posición del frente.

En la imagen IR de la Figura 1-77 se observa la abundante nubosidad prefrontal media y alta, que habría sido determinante en el empeoramiento del factor de ventilación por un efecto tipo BPF (t).