



DEPARTAMENTO DE ECONOMÍA AMBIENTAL – MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE

**ANÁLISIS GENERAL DEL IMPACTO ECONÓMICO Y SOCIAL DEL PROYECTO DEFINITIVO DEL
PLAN DE DESCONTAMINACION ATMOSFÉRICA PARA TALCA Y MAULE POR MP10 ANUAL Y
DIARIO**

Septiembre de 2015

PRESENTACIÓN

El presente documento corresponde al Análisis General de Impacto Económico y Social (AGIES) del Proyecto Definitivo (PD) de Plan de Descontaminación Atmosférica (PDA) de las comunas de Talca y Maule. Este documento corresponde a una versión resumida del AGIES presentado en la versión de Anteproyecto, actualizando los resultados del análisis a raíz de las modificaciones en las medidas del Plan posterior a la etapa de Participación Ciudadana.

El Ministerio del Medio Ambiente (MMA) es el encargado de coordinar el diseño y establecimiento de normas de calidad y de emisión, así como de planes de descontaminación y prevención ambiental. De acuerdo a lo establecido en la Ley N°19.300 y en el Reglamento para la dictación de Planes de Prevención y de Descontaminación (D.S. N° 39/2012 del Ministerio de Medio Ambiente), se requiere de un AGIES de las propuestas normativas que sirva como apoyo al proceso de toma de decisiones. Esta tarea recae en el Departamento de Economía Ambiental del MMA y es un antecedente relevante para el pronunciamiento del Consejo de Ministros para la Sustentabilidad y el Cambio Climático.

ACTUALIZACIÓN PARA PROYECTO DEFINITIVO DEL AGIES DEL PDA DE TALCA Y MAULE POR MP₁₀ - SEPTIEMBRE 2015

En las comunas de Talca y Maule, se registran concentraciones de contaminantes que superan la norma diaria y anual de MP₁₀. El principal sector emisor para ambas comunas es el residencial, aportando cerca del 47% de las emisiones de MP₁₀ y alrededor del 76% de MP_{2,5}. En consecuencia, las medidas propuestas en este PD del PDA han sido diseñadas con énfasis en este sector. Estas medidas son: i) el mejoramiento térmico de viviendas, ii) el recambio por calefactores más eficientes iii) la disminución en la humedad de leña consumida y iv) la regulación del uso de calefactores que utilicen leña como combustible. Otras medidas contenidas en este plan incluyen restricciones para la operación de calderas industriales y quemas agrícolas.

Las modificaciones de medidas incorporadas en el presente documento corresponden a una diferente gradualidad en los estándares de aislación térmica, tanto para viviendas nuevas como existentes, y la eliminación la medida de recambio de vehículos de la locomoción colectiva urbana.

Los resultados del AGIES indican que:

- La totalidad de las medidas de reducción de emisiones propuestas en el PD permitirían cumplir tanto las normas diaria como anual de MP₁₀ (Figuras A y C) al año 2018¹, mientras que las de MP_{2,5} se cumplirían el 2025 (Figura B).
- La reducción de emisiones (Figura E) generará los siguientes beneficios: reducción de los casos de mortalidad; reducción de efectos en la salud humana (Morbilidad) con la consecuente disminución de costos en salud; reducciones en consumo de combustible para calefacción con su respectiva disminución de costos. (Figura F).
- Adicionalmente la reducción de MP posee otros beneficios no cuantificados en este análisis, tales como mejora en la visibilidad, disminución de efectos negativos en ecosistemas, entre otros
- Los beneficios valorizados se estiman en US\$320,7 millones, para un horizonte de evaluación de 10 años². Es importante destacar que la mayoría de estos beneficios (90%) son atribuibles a la disminución de casos de mortalidad (Figuras G y H).
- Los costos asociados a la implementación del Plan, considerando un horizonte de evaluación de 10 años, ascienden a US\$55 millones y corresponden al reacondicionamiento térmico de viviendas, subsidios para el recambio de calefactores, mejoramiento en la calidad de la leña, renovación de artefactos que utilicen leña como combustible y otras medidas. Un 50% de estos costos son asumidos por el Estado (Figuras G, H e I).
- La valoración de los beneficios y costos del PD indica que la implementación es altamente rentable desde la perspectiva social. Los beneficios netos³ se estiman en US\$ 268 millones, lo que constituye una razón beneficio-costo de 6,1 (Figura G).
- Finalmente, la mejora en calidad del aire asociada a las medidas del PD del PDA tiene efectos significativos en la equidad ambiental, asociados a los ahorros en costos médicos que alcanzan US\$8,6 millones. Si bien estos costos son proporcionalmente bajos en relación a los beneficios totales (2,4% de los beneficios en salud), representan el 1% del ingreso mensual de un hogar del quintil de mayores ingresos, mientras que del quintil de menores ingresos llegan a representar el 8%.

Este análisis concluye que el PDA de Talca y Maule, junto con incitar el cumplimiento de las normas vigentes del Estado de Chile, es consistente con los compromisos del Ministerio de Medio Ambiente, al crear instrumentos que disminuyan la contaminación y que promuevan la equidad entre sus habitantes.

¹ La norma de concentración anual de MP₁₀ se cumple en 2016; la norma de concentración diaria de MP₁₀ se cumple en 2018. Se logra un cumplimiento de la norma de concentración anual de MP_{2,5} en 2022 y diaria de MP_{2,5} en 2025.

² Supuestos generales. Valor de la vida estadística=10.850 UF al año 2002 (Fraglien y Ortúzar, 2004), proyectado según poder de paridad de compra y crecimiento de la población / Tasa de descuento=6% / Horizonte de evaluación=10 años / Tipo cambio dólar: 606 CLP / Tipo cambio UF: 24.627 CLP para el 1 de enero de 2015.

³ Los beneficios netos corresponden a los beneficios menos los costos.

ACTUALIZACIÓN PARA PROYECTO DEFINITIVO DEL AGIES DEL PDA DE TALCA Y MAULE POR MP₁₀ - SEPTIEMBRE 2015

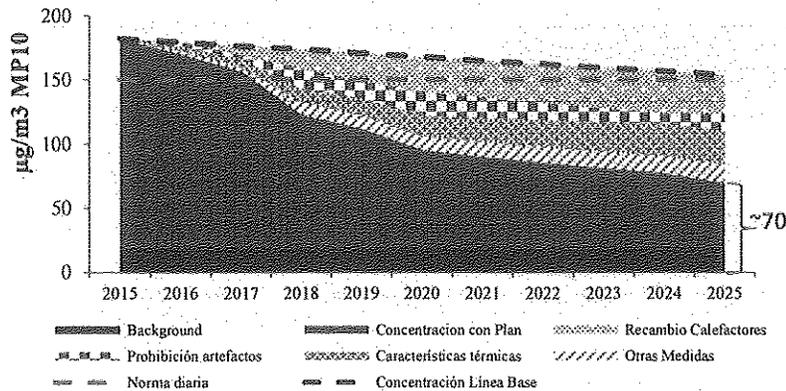


Figura A: Reducción concentración diaria de MP₁₀

El cumplimiento de la norma diaria de MP₁₀ de 150 µg/m³ se cumple el año 2018. El Recambio de calefactores es la medida con mayor reducción (36,2%), seguido por reacondicionamiento térmico (30,4%), por la prohibición de artefactos (14,3%), y por las medidas para el sector industrial (14,9%). Esta reducción, en conjunto con la existencia de un recambio natural anual del 4% por calefactores más eficientes, implican que para el año 2025 y considerando una plena implementación del plan, se alcanzaría una concentración diaria de 69,7 µg/m³.

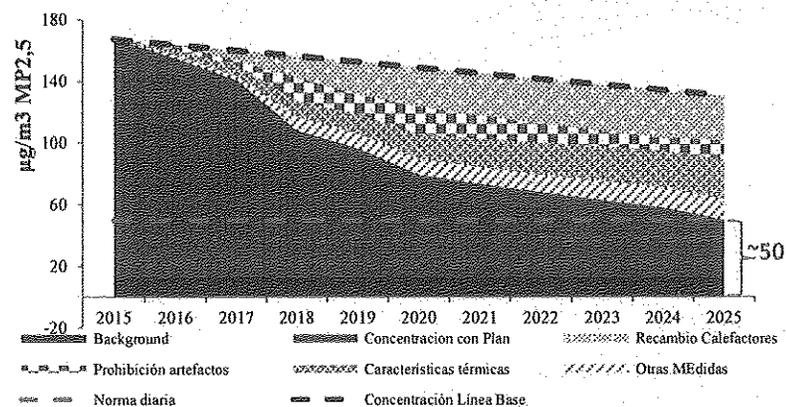


Figura B: Reducción concentración diaria MP_{2,5}

La reducción de la concentración diaria de MP_{2,5} alcanza el objetivo propuesto por la norma de 50 µg/m³, el año 2025. Las medidas con mayor reducción corresponden al recambio de calefactores (37,7%), a medidas de reacondicionamiento térmico (31,6%) y a la prohibición de artefactos (14,8%). Se estima que en las comunas de Talca y Maule se alcanzaría una concentración diaria de MP_{2,5} de 49,7 µg/m³ el año 2025.

Medida	Reducción de concentración Diaria		Reducción de concentración Anual	
	µg/m ³ N	%	µg/m ³ N	%
Recambio estufas a Pellet	30.5	36.2%	6.8	39.6%
Reacondicionamiento térmico	25.6	30.4%	5.7	33.2%
Prohibición gradual calefactores	12.0	14.3%	2.7	15.6%
Límite de emisiones MP, NOx, SO2	7.6	9.0%	0.7	4.1%
Compensaciones SEIA	5.0	5.9%	0.5	2.7%
Medidas Adicionales	3.5	4.2%	0.8	4.8%
Total	84.2	100.0%	17.1	100.0%

Figura C: Reducción de MP₁₀, concentración diaria y anual, según medida.

En este cuadro se muestra la importancia de cada medida según sus reducciones en concentración, tanto en µg/m³ como en porcentaje, para la métrica diaria y anual en el año 2025. Las medidas con mayor relevancia dentro del plan son: recambio de estufas y reacondicionamiento térmico.

Medidas Adicionales considera: Uso de Leña seca, prohibición de chimeneas, nueva norma de cocinas, restricciones a quemas agrícolas, límite de emisión para fuentes puntuales y compensaciones para proyectos SEIA.

Parámetro	Concentración Diaria	Porcentaje bajo la norma diaria	Concentración Anual	Porcentaje bajo la norma diaria
MP ₁₀	69.7	54%	34.6	31%
MP _{2,5}	49.7	1%	18.7	7%

Figura D: Concentración [µg/m³] estimada con la implementación del plan al año 2025.

Se presentan los valores de concentración del plan para el año 2025, para los contaminantes regulados en su métrica diaria (24 horas) y anual. Adicionalmente se calcula el porcentaje de sobrecumplimiento que tendrá el plan al año 2025 respecto de la norma.

ACTUALIZACIÓN PARA PROYECTO DEFINITIVO DEL AGIES DEL PDA DE TALCA Y MAULE POR MP₁₀ - SEPTIEMBRE 2015

Sector	Emisiones base (ton/año)	Δ Emisiones PD(ton/año)	Δ Emisiones (%) por sector	Δ Emisiones (%) globales
Residencial	717	117	84%	70%
Quemas	206	188	9%	2%
Industria	368	126	66%	28%
Transporte	15	15	0%	0%
Fugitivas	591	591	0%	0%
Total	1897	1036	45%	100%

Figura E: Reducciones en emisiones del PDA, por sector, para MP₁₀.

La reducción en emisiones (ton/año) del PD se representa mediante el símbolo Δ. La reducción porcentual por sector representa la disminución en emisión para cada sector respecto de su emisión base, expresada en forma porcentual. La reducción global corresponde al porcentaje de emisiones reducidas para cada sector respecto de la emisión total reducida. La comparación de las emisiones bases respecto al delta de emisión del PD indica que en todos los sectores donde existentes medidas se generan reducciones de emisiones, pero que el sector residencial el que más contribuye con un 98% del total del PDA.

Efecto	Nº casos evitados (2025)	IC al 90%	Nº Casos evitados Plan	IC al 90%
Mortalidad	42	[26 - 62]	339	[214 - 501]
AH - Asma	1	[1 - 1]	7	[5 - 9]
AH - Cardiovascular	11	[9 - 14]	92	[71 - 114]
AH - Respiratorias crónicas	2	[0 - 4]	15	[-2 - 32]
AH - Neumonía	7	[3 - 10]	54	[23 - 85]
VSE: Asma	1.011	[330 - 1.691]	8.143	[2.662 - 13.624]

Figura F: Casos evitados año 2025 y totalidad del Plan

Número de casos evitados para el percentil 50 y sus intervalos de confianza (0,05 y 0,95), durante el año 2025, y para todo el periodo de implementación del plan, atribuibles a la reducción de contaminantes atmosféricos.

AH = Admisiones hospitalarias

VSE = Visitas sala de emergencias

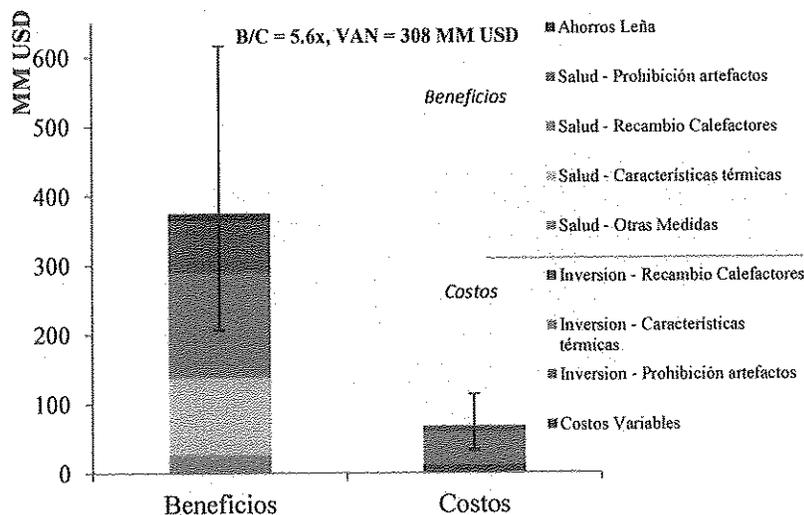


Figura G: Beneficios y Costos del Plan

La razón beneficio-costo de 5.6 representa la proporción entre los beneficios (ahorros en salud y/o consumo combustible) y los costos (inversión y/o costos variables) presentes en los gráficos para cada conjunto de medidas. El valor actual neto (VAN) de 308 MMUSD representa la diferencia entre beneficios (375 MM USD) y los costos (67 MM USD).

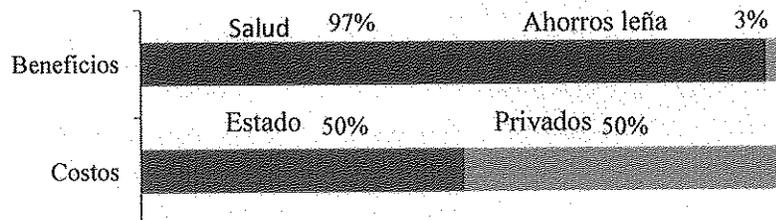
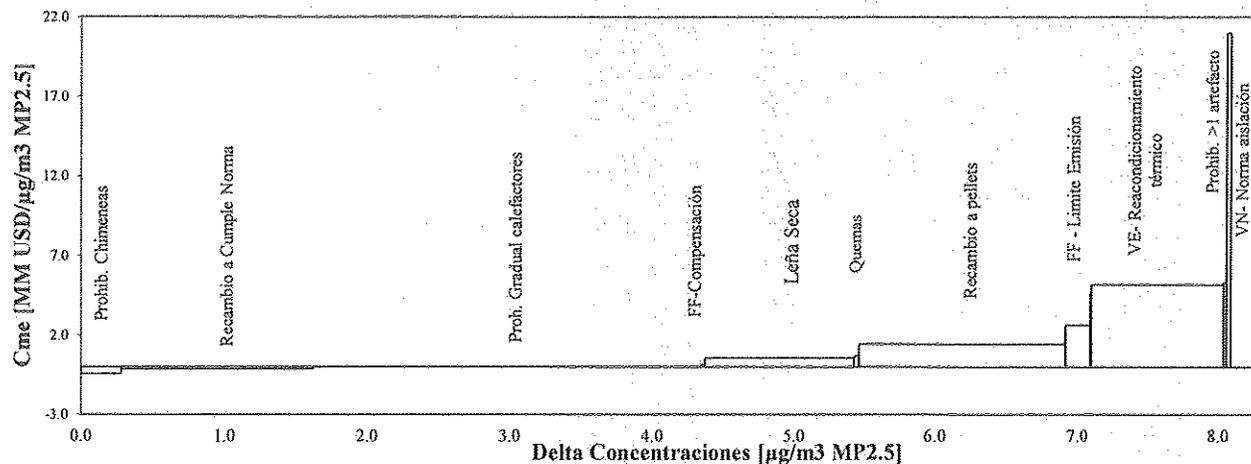


Figura H: Distribución de los beneficios y costos por agente.

De los beneficios obtenidos con la implementación del PD, un 97% corresponde a ahorros en salud y un 3% a ahorros debido al menor consumo de leña producto de la mayor eficiencia de equipos y viviendas. Por otra parte, los costos de implementación del plan son asumidos por el estado (50%) mediante la implementación principalmente de recambios de calefactores y reacondicionamientos térmicos.

Figura I: Costo Eficiencia de las medidas.



El análisis de costo-efectividad ordena las medidas según su costo medio (Cme), en millones de dólares por $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de MP_{2.5} reducido. Este costo considera la inversión realizada y el diferencial de costos de operación y mantención.

La prohibición de chimeneas y el recambio de calefactores que cumplan con la norma⁴, corresponden al grupo de medidas más costo-efectivas, generando un ahorro neto para el sector residencial. Esto se debe principalmente a un menor consumo de leña derivado de la mayor eficiencia de los equipos y a la disminución en la demanda energética de viviendas respectivamente. Las medidas de recambio de calefactores a pellet y el mayor uso de leña seca, a pesar de que generan costos, poseen una importante participación en la reducción de las emisiones, lo que las hace altamente efectivas según los objetivos del PD.

⁴ Norma de emisión para calefactores nuevos de combustión a biomasa. D.S. N° 39. de 2011. Ministerio del Medio Ambiente.

ACTUALIZACIÓN PARA PROYECTO DEFINITIVO DEL AGIES DEL PDA DE TALCA Y MAULE POR MP₁₀ - SEPTIEMBRE 2015

Tabla A: Resultados por medida (MM USD)

	Costos Variables Netos			Costos Inversión			VAN Medida	Beneficio Total	Costo Total	Beneficio B/C
	Porado	Estado	Porado	Estado	Porado	Total				
Lease Seos	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.9	6.9	0.0	515.5
Prohibición Gradual Calafactores	0.1	0.0	1.7	0.0	0.0	0.0	64.6	64.5	1.7	39.5
Punzales - Límite de Emisiones MP, NOx, SO2	4.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.8	12.4	4.5	2.7
Recambio Pelet	0.2	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	138.5	138.5	12.3	12.3
Prohibición Chimeneas	-0.1	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	12.5	12.7	0.2	69.5
Reacondicionamiento Térmico	8.2	27.2	14.7	27.2	0.0	0.0	72.2	114.1	0.0	2.7
Viviendas Nuevas - Nueva Norma	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.8	4.2	6.0	0.7
Quemas - Restricción Meses	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	1.1	0.2	5.0
Punzales - Compraciones SELA	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.4	6.5	0.1	92.7
TOTAL	24.3	35.2	25.3	33.2	0.0	0.0	308.2	338.2	6.5	5.6

En la tabla se presentan los indicadores económicos para cada medida evaluada en el AGIES. Los costos negativos señalan ahorros netos para las diferentes medidas (Recambio de calafactores, Prohibición de Chimeneas y Reacondicionamiento térmico). Los beneficios totales corresponden a los beneficios en salud más los ahorros totales. El VAN corresponde a los beneficios totales menos los costos totales. La razón beneficio-costos corresponde a los beneficios dividido en los costos (la razón beneficio costo total corresponde a los beneficios totales divididos en los costos totales, y no a un promedio de las razones B/C de las medidas).

**ACTUALIZACIÓN PARA PROYECTO DEFINITIVO DEL AGIES DEL PDA DE TALCA Y MAULE POR
MP 10 - SEPTIEMBRE 2015**

CAMBIOS EN MEDIDAS PDA TALCA MAULE

MEDIDA	ANIZPROYECTO	PROYECTO DEFINITIVO	Cambio AGIES								
Control de Emisiones asociada a la combustión de leña	<p>Art. 23:</p> <p>Art. 24: No existía</p> <p>Art. 29 No existía</p>	<p>Art. 23 Se cambia el plazo de 12 meses por Durante la vigencia del presente decreto, se sustituye equipos de calefacción por sistemas, además se agrega que no generen emisiones al interior de la vivienda. Se sustituye pellet de madera por dendroenergético</p> <p>Art. 24: Agrega medida para recambio en el sector institucional.</p> <p>Art. 29: ampliaciones no regularizadas contarán con acondicionamiento térmico</p>	<p>No hay cambio en supuestos de evaluación</p> <p>No hay cambio. No se dispone de información de línea base para evaluar esta medida.</p> <p>No hay cambio.</p>								
Eficiencia térmica de la vivienda	<p>Art. 29 : Estándares Acondicionamiento Térmico</p> <p>Se eliminaron de la tabla los valores de puertas y ventanas (5,8 y 2,4)</p>	<p>Art. 30</p> <table border="1" data-bbox="909 672 1055 987"> <thead> <tr> <th>Elemento</th> <th>Talca-Maule</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Techo</td> <td>0,38</td> </tr> <tr> <td>Muro</td> <td>0,60</td> </tr> <tr> <td>Piso ventilado</td> <td>0,60</td> </tr> </tbody> </table>	Elemento	Talca-Maule	Techo	0,38	Muro	0,60	Piso ventilado	0,60	<p>El valor de 5,8 para ventanas ya implicaba que no había exigencias, por lo que no hay cambios. Para puertas, se cambia, manteniendo el valor de línea base.</p>
Elemento	Talca-Maule										
Techo	0,38										
Muro	0,60										
Piso ventilado	0,60										
Estándares en viviendas nuevas	<p>Art. 31 Estándares en viviendas nuevas</p> <p>Se eliminaron de la tabla los valores de puertas y ventanas (5,8 y 2,4).</p>	<p>Art. 31: se agregan NCh 853 y NCh 3117 (cálculos de transmitancia), se agregan riesgos de condensación</p> <p>Valor (ach) vivienda completa en tabla de infiltraciones =5, se elimina valores (ach) de puertas y ventanas, se agrega el grado de estanqueidad</p> <table border="1" data-bbox="1356 598 1388 1060"> <thead> <tr> <th>Elemento</th> <th>Talca-Maule</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Elemento	Talca-Maule			<p>Ídem a lo anterior.</p>				
Elemento	Talca-Maule										

ACTUALIZACIÓN PARA PROYECTO DEFINITIVO DEL AGIES DEL PDA DE TALCA Y MAULE POR MP 10 - SEPTIEMBRE 2015

MEDIDA	ANILPROYECTO	PROYECTO DEFINITIVO	Cambio AGIES												
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">Techo</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">0,38</td> </tr> <tr> <td>Muro</td> <td style="text-align: center;">0,60</td> </tr> <tr> <td>Piso ventilado</td> <td style="text-align: center;">0,60</td> </tr> </table>	Techo	0,38	Muro	0,60	Piso ventilado	0,60							
Techo	0,38														
Muro	0,60														
Piso ventilado	0,60														
		<p>Art 32: A partir de 1 de enero de 2018</p> <p>Se elimina de la tabla el valor de Ventana y se modifica valor de Puerta a 1,7</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;">Elemento</th> <th style="width: 35%;">Talca - Maule</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Techo</td> <td style="text-align: center;">0,38</td> </tr> <tr> <td>Muro</td> <td style="text-align: center;">0,60</td> </tr> <tr> <td>Piso ventilado</td> <td style="text-align: center;">0,60</td> </tr> <tr> <td>Ventana</td> <td style="text-align: center;">Por definir - MINVU*</td> </tr> <tr> <td>Puerta</td> <td style="text-align: center;">1,70</td> </tr> </tbody> </table>	Elemento	Talca - Maule	Techo	0,38	Muro	0,60	Piso ventilado	0,60	Ventana	Por definir - MINVU*	Puerta	1,70	<p><i>Se modifica la exigencia para puertas desde 2018.</i></p>
Elemento	Talca - Maule														
Techo	0,38														
Muro	0,60														
Piso ventilado	0,60														
Ventana	Por definir - MINVU*														
Puerta	1,70														
<p>Art 32 : Viviendas nuevas y subsidios</p> <p>Antes:</p> <p>A partir de 12 meses</p> <p>Valor Puerta 2,4</p>		<p>Art 32: A partir de 1 de enero de 2018</p> <p>Se elimina de la tabla el valor de Ventana y se modifica valor de Puerta a 1,7</p>	<p><i>Se modifica la exigencia para puertas desde 2018.</i></p>												
<p>Art 34:</p> <p>Limite de emisión MP viviendas nuevas</p> <p>A partir de 12 meses</p>		<p>Art 35: A partir del 1 de enero 2017</p> <p>Ver transitorio</p>	<p><i>No hay cambio. Esta medida no se evalúa.</i></p>												

**ACTUALIZACIÓN PARA PROYECTO DEFINITIVO DEL AGIES DEL PDA DE TALCA Y MAULE POR
MP₁₀ - SEPTIEMBRE 2015**

MEDIDA	ANTEPROYECTO	PROYECTO DEFINITIVO	Cambio AGIES
<p>CONTROL DE EMISIONES FUENTES RESIDENCIALES, INDUSTRIALES Y COMERCIALES</p>	<p>Art 40: Reducción emisiones SO2 Calderas Antes: Calderas nuevas de Potencia mayor o igual a 75 kWt (aplica limite de emisión)</p>	<p>Art 41 : se suma al alcance de la medida las (calderas) existentes de potencia térmica nominal mayor o igual a 3 MWt</p>	<p><i>No hay cambio. La medida es la misma.</i></p>
<p>Control de emisiones asociadas al transporte</p>	<p><i>No existe</i></p> <p>Art 54: Cobertura control de opacidad Antes: 30% del parque de vehículos</p> <p>Art 55: Implementación de Ciclovías Antes: Implementarán 5 km de redes de ciclovías</p>	<p>Art 45: Las fuentes emisoras existentes y nuevas, que hayan sido evaluadas o se sometan al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, deberán cumplir con los límites de emisión y frecuencia de medición establecidos en el presente Plan, salvo que los límites de emisión y frecuencia de las mediciones fijados en las respectivas Resoluciones de Calificación Ambiental sean más exigentes, en cuyo caso se deberá aplicar y dar cumplimiento a estos últimos.</p> <p>Art 55: 2% del parque de vehículos con motor diésel</p> <p>Art 56: Se amplía medida a 20 km</p>	<p><i>No hay cambio, no se evalúa medida.</i></p> <p><i>No hay cambio. Medida no se evalúa.</i></p> <p><i>No hay cambio. Medida no se evalúa por falta de información de línea base de las ciclo vías.</i></p>

ACTUALIZACIÓN PARA PROYECTO DEFINITIVO DEL AGIES DEL PDA DE TALCA Y MAULE POR MP₁₀ - SEPTIEMBRE 2015

MEDIDA	ANILPROYECTO	PROYECTO DEFINITIVO	Cambio AGIES
Transporte	Recambio de vehículos de locomoción colectiva urbana	<i>Se elimina</i>	<i>Se elimina medida del AGIES.</i>
Gestión de Episodios Críticos.	<p>Art 62: Acciones pre emergencia y emergencia</p> <p>Prohibición de funcionamiento calderas con potencia nominal menor a 75 kWt</p> <p>Antes: solo calderas a leña</p>	<p>Art 63: Afecta a calderas a leña o carbón</p> <p style="text-align: center;">ARTÍCULOS TRANSITORIOS</p> <p>PRIMERO: Para el cumplimiento de las metas señaladas en el Plan, respecto de los subsidios de acondicionamiento térmico a viviendas existentes y los recambios de calefactores comprometidos, éstos serán contabilizados a partir del 1° de enero de 2016.</p> <p>SEGUNDO: Las disposiciones de los artículos 31 y 32 entrarán en vigencia, una vez que se modifique la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones, en el sentido de contemplar expresamente la posibilidad de modificar el estándar de exigencias de acondicionamiento térmico mediante un Plan de Descontaminación.</p> <p>TERCERO: Lo dispuesto en el artículo 33 entrará en vigencia, una vez que se modifique la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones, en el sentido de contemplar expresamente las exigencias legales que en materia de energía se encuentren vigentes en la fecha indicada en dicho artículo.</p>	<p><i>No se evalúa el cambio, ya que en la base de datos no hay calderas de menos de 75kwT que utilicen carbón.</i></p> <p style="text-align: center;">NO SE EVALÚA EN AGIES</p>