

equivalentes a 22 empresas, de las cuales 19 firmaron el acuerdo y fueron evaluadas en 2002 (equivalentes al 59%).

3. Sobre los Principales Problemas Ambientales

El APL tuvo por objetivo mejorar ambientalmente la ejecución de las distintas actividades desarrolladas por el rubro construcción, específicamente en lo que dice relación con la generación de polvo, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos y las emisiones de ruido.

4. Sobre el Acuerdo: Metas y Acciones

El Acuerdo en su parte sustancial constó de 8 capítulos. En el primero de ellos se abordó el tema de las emisiones atmosféricas, estableciendo como meta la reducción de la emisión de polvo a través de la implementación, en las obras y en forma inmediata, de numerosas acciones destinadas a prevenir y mitigar la contaminación. Además, y con el fin de diseñar soluciones de prevención y abatimiento se acordó la realización de un estudio para cuantificar y caracterizar las emisiones de materias particulado.

El segundo capítulo se refirió a los residuos sólidos generados en las obras, a fin de facilitar la disminución de los volúmenes generados y mejorar su disposición a través de una adecuada segregación en obra, control de su disposición en lugares autorizados y de la posible reutilización o reciclaje.

Con relación al ruido, en el tercer capítulo se estipuló la constitución de un grupo técnico que debía elaborar una propuesta para el control de las emisiones y la participación en la revisión de la legislación respectiva.

En los demás capítulos se establecieron los sistemas de seguimiento y control del Acuerdo, el financiamiento posible asociado a las actividades requeridas, sanciones por incumplimiento, las condiciones para difusión y promoción, solución de conflictos y la vigencia del mismo.

5. Evaluación del Acuerdo de Producción Limpia

La evaluación del APL se desarrolla a partir de tres lineamientos:

- i. Evaluación del cumplimiento de las acciones comprometidas en el Acuerdo;
- ii. Evaluación del impacto ambiental del cumplimiento de las acciones comprometidas, y
- iii. Evaluación Económica del Acuerdo.

A continuación se presentan los resultados de la evaluación del Acuerdo de Producción Limpia del sector Construcción en cada uno de sus líneas.

i. Evaluación del Cumplimiento de las Acciones

- a) Emisiones atmosféricas: Las medidas para la prevención de las emisiones atmosféricas y su grado de cumplimiento se resumen en el cuadro 5.2.

De acuerdo a lo anterior, en la actualidad, existe un buen grado de cumplimiento de las medidas establecidas en el acuerdo, principalmente en lo que se refiere a la utilización de técnicas de abatimiento (uso de mallas raschel y humectación de superficies). De acuerdo a lo observado en terreno, la minimización de las emisiones atmosféricas es un tema importante para las empresas constructoras, sin embargo, existe una tendencia natural a realizar sólo las medidas que son más económicas.

5.2: Grado de cumplimiento de medidas de mitigación de emisiones atmosféricas

Medida	Grado de cumplimiento %
Retirar escombros de la obra en el mínimo plazo	99
Utilización de mallas tipo raschel	94
Limpieza de acceso y entorno a la obra	93
Habilitación lugares específicos de carga y descarga	83
Utilizar camiones encarpados	82
Aislar y señalizar sector de trabajo	80
Preferir materiales precortados	77
Humectación de zonas de trabajo	77
Limitar acceso al interior de la obra	72
Minimizar la distancia de carga de material	68
Barrido con vacío	10
Lavado o aspirado de malla raschel al ser retirada	6
Promedio	70,083

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 5.3: Grado de cumplimiento de medidas asociadas a la generación de residuos sólidos

Medida	% de cumplimiento	comentario
Existencia de medios para almacenamiento transitorio	72	
Uso de contenedores para RISP resistentes al residuo	17	No evaluable
Identificación de los residuos segregados	16	No evaluable
Envío de escombros a los rellenos sanitarios	100	
Disponer residuos inertes en lugares autorizados	99	
Contratación de servicios de retiro de residuos	98	
Minimización de la cantidad generada de residuos	97	
Utilización de piezas y partes prefabricadas	83	
Estandarización de materiales de construcción	78	
Base continua para el almacenamiento de los residuos peligrosos	11	No evaluable
Implementación de sistema de seguimiento para el 100% de los residuos	8	85

Además, el uso de las mallas raschel en las obras (principalmente en altura) ha permitido desarrollar paralelamente una segunda utilidad: la de permitir la publicidad de productos, lo que permite reducir su costo e incluso tener una utilidad adicional.

Respecto al bajo cumplimiento de la acción lavado o aspirado de la malla raschel se debe a que en la práctica la malla utilizada se retira al término de la obra y se bota a la basura. Esta práctica es bastante más recomendable que su lavado, ya que no requiere la utilización de agua (que después pasaría a ser un residuo líquido).

b) Residuos Sólidos de la Construcción: El cuadro 5.3 resume el grado de cumplimiento de las medidas asociadas a la generación y disposición de residuos sólidos de la construcción.

Producto de que en la región no existían los elementos necesarios para el control de los residuos (ausencia de sitios de eliminación autorizados, alta informalidad en los servicios de transporte, falta de un sistema de seguimiento y control, entre otros aspectos), dentro del marco del APL, se acordó la creación de la empresa Regeneradora de Materiales de la Construcción S.A. (REGEMAC), con el objeto apoyar a las empresas en el cumplimiento de lo dispuesto en el acuerdo de producción limpia. De este modo, REGEMAC se dedicó a la recolección, transporte y disposición en ex pozos de extracción de áridos debidamente autorizados, de los residuos inertes generados en obras de construcción.

Esta nació de la asociatividad de 42 empresas firmantes del APL más el apoyo de CORFO, a través de un proyecto PROFO. El servicio de esta empresa contempla la entrega de contenedores especialmente diseñados para el acopio de residuos inertes, el transporte en camiones de última generación y la valorización de los residuos como materiales de rellenos en ex pozos de extracción de áridos. De esta forma, hay una serie de acciones

del APL asumidas por dicha empresa, por lo que su implementación, actualmente, no es responsabilidad de las empresas constructoras, debiéndose analizarse desde un punto de vista sectorial. Este es el caso de "implementación de sistemas de seguimiento para el 100% de los residuos", cuyo bajo porcentaje obtenido en la encuesta no es real debido a que la mayoría de las empresas encuestadas son atendidas por REGEMAC, quien en su servicio incluye el detalle completo de la información de los m³ retirados y dispuestos, los que son controlados a través de las guías de transporte ("trazabilidad de la disposición del residuo"). Estos detalles son proporcionados a cada empresa constructora con la factura mensual del servicio. No obstante, según la información proporcionada por REGEMAC, existe aproximadamente un 15% de residuos generados por estas empresas que no son retirados por REGEMAC, por lo cual el grado de cumplimiento de la medida se ha corregido de un 8% a un 85%.

Por otra parte, la "segregación de los residuos" y "su identificación" son medidas impracticables debido al espacio disponible en la obra, por lo cual REGEMAC ha incluido en su servicio la separación de los residuos en el lugar de disposición, por lo que no son responsabilidad de la empresa constructora.

Respecto a los "residuos peligrosos", las empresas constructoras ya han adoptado algunas medidas que tienden a minimizar su generación, como, por ejemplo, han establecido convenios con los proveedores para que retiren los residuos y se responsabilicen por su disposición final, como es el caso de recipientes de solventes, productos químicos, etc. Los proveedores deben retirar los residuos en forma inmediata cuando éstos se generan, por lo cual las medidas que tienen relación con el manejo de residuos peligrosos son cada vez menos aplicables, no pudiendo ser evaluadas.

Por otra parte, la rentabilidad de REGEMAC dependía necesariamente de la existencia de sitios especialmente diseñados y autorizados para la disposición de los escombros, por lo que SESMA, en el año 2001, aprobó el primer plan de recuperación de suelos de un ex pozo de extracción de áridos, el cual era de propiedad de dicha empresa. En éste sólo se permitió la disposición de residuos inertes, principal desecho generado por la construcción, por lo que no se exigió un sistema de impermeabilización basal. En cambio, la empresa debía garantizar que sólo se iban a disponer desechos no contaminados, para lo cual debió presentar un estricto sistema de control en el ingreso de los camiones, la implementación de medidas para evitar la polución atmosférica, como trampas de agua para el lavado de las ruedas de los camiones, y un adecuado cierre perimetral.

Lo anterior, permitió a REGEMAC ofrecer un servicio con precios inferiores a los cobrados por los rellenos sanitarios, por lo que se constituyó en una opción competitiva a los vertederos ilegales. A partir del éxito de esta empresa, se fomentó que surgieran otras iniciativas similares, todas apoyadas por SESMA, por lo que en la actualidad la región cuenta con 11 sitios autorizados para la eliminación de residuos, según se muestra en el cuadro 5.4, los que cuentan con los mismos estándares del pozo original.

c) Ruido: El APL contempló para el tema de ruidos la constitución de un grupo técnico integrado por representantes de CONAMA, CChC, el Ministerio de Obras Públicas y el Ministerio de Economía, para establecer las metas, acciones y formas de seguimiento para un futuro APL. Esto implicó que en el APL no se establecieron medidas específicas para este tema.

No obstante lo anterior, se identificaron las medidas que han sido implementadas en las distintas obras para la minimización de este impacto, como por ejemplo:

- > Adquisición de sonómetros portátiles para medir los niveles de presión sonora en las distintas fases de operación del proyecto

- > Utilización de materiales aislantes como USB mezclado con aislapol, cámara aislantes ("cámaras insonoras") en los equipos que generan un mayor nivel de presión sonora (por ejemplo, para las bombas empleadas para impulsar el hormigón)
- > Reemplazo de martillos de metal por martillos de goma, etc.

Por otra parte, las empresas colaboraron con su participación en grupos de análisis, para la realización de un estudio encargado por la Cámara, el que estableció las bases para una norma aplicable al sector construcción.

d) Otras actividades realizadas dentro del marco del APL
Capacitación

- Se organizaron jornadas de capacitación a los directores de obra y los profesionales de terreno de las constructoras, las que fueron ejecutadas por expertos de la Mutual de Seguridad. Éstas se centraron sobre aspectos técnicos y legales de las tres áreas ambientales del acuerdo (material particulado, ruido y residuos sólidos).
- Como material de apoyo la Comisión de Protección del Medio Ambiente de la CChC. Editó 3 Manuales de Construcción Limpia, que abordaron los temas de "Ruido", "Residuos Sólidos" y "Polvo".

Gestión ambiental

- Cada empresa debió evaluar la gestión ambiental de cada una de sus obras. Para ello se dispuso de una pauta de Autoevaluación Ambiental elaborada por la Comisión de Protección del Medio Ambiente y la Mutual de Seguridad.

Tecnologías de abatimiento

- La Comisión de Protección del Medio Ambiente de la CChC y el Centro Nacional del Medio Ambiente dependiente de la Universidad de Chile (CENMA), realizaron el estudio de "Tecnologías de Abatimiento de la Contaminación Atmosféricas en Obras de Construcción".

Cuadro 5.4: Sitios autorizados para la eliminación de residuos de la construcción

Sector Sur		Sector Norte	
Razón Social	Comuna	Razón Social	Comuna
REGEMAC	Puente Alto	René Valenzuela	Quilicura
Semot	Puente Alto	Rodrigo Varela	Quilicura
Villamor S.A.	Puente Alto	Emilio Guajardo	Pudahuel
Lacmo Ltda.	San Bernardo	Comercial Las Lagunas	Pudahuel
Idea Corp.	San Bernardo	Comercial Sáez	Lampa
Pétreos Quilín	Peñalolén		

Fuente: Elaboración propia

Los objetivos de dicho estudio fueron:

- Contar con un procedimiento para la identificación y evaluación de emisiones.
 - Generar una metodología para la certificación de procesos y materiales destinado a reducir dichas emisiones.
 - Identificar el aporte de las emisiones.
 - Generar técnicas de abatimiento.
 - Difusión de los resultados.
- Por otra parte, el estudio hizo necesario efectuar ensayos en un túnel de medición de unos 18 m de largo y 2,6 m de ancho y alto. Dado que no existía ninguno que cumpliera los requisitos, las empresas debieron aportarlo construyéndolo a su propio costo. Este túnel que consta de una cámara para mediciones de 3,6 por 2,4 m de alto y ancho, un sector de entrada de 6 m de largo con banco de tubos y mallas y un sector de salida de similares dimensiones, quedó a disposición del CENMA para futuros estudios.
 - En esta construcción, provista de un ventilador y equipos de medición de concentración de material particulado, se midieron las emisiones de polvo generadas por diversas actividades típicas de la construcción como por ejemplo:
 - Corte de materiales (baldosas, ladrillos, planchas de fibrocemento).
 - Descarga de sacos de cemento, cal y yeso.
 - Barrido de radier, etc.
 - Se midieron también las emisiones de dichas actividades bajo efecto de medidas de mitigación como son la humectación o colocación de mallas para determinar su efectividad.
 - El estudio se completó con el análisis de los resultados, la determinación de factores de emisión de material particulado para actividades habituales y recomendaciones.

- Sobre la base de los resultados del estudio se elaboró el "Manual de técnicas de abatimiento de polvo".

ii. Evaluación del impacto ambiental del cumplimiento de las acciones comprometidas

a) Emisiones atmosféricas: La construcción es una importante fuente emisora de contaminantes a la atmósfera, especialmente de material particulado. Para la evaluación de los avances en este tema, el estudio encuestó a cada una de las empresas firmantes del acuerdo, estimando los actuales niveles de emisión de PM-10, a fin de compararlas con los datos de esa época disponibles²⁰.

Para un análisis en detalle de las distintas obras actualmente en ejecución los resultados se clasificaron en los Tipos de Obras A1, A3 y A4, obteniéndose una reducción cercana 23%, lo que equivale a que anualmente se dejó de emitir a la atmósfera unas 243 toneladas de PM-10, lo cual fue logrado mediante la adopción de prácticas del Acuerdo que se han mantenido en el tiempo. El siguiente cuadro resume la reducción alcanzada según tipo de obra.

b) Ruido: A pesar de las medidas de mitigación de ruido implementadas en el sector, según la información proporcionada durante las entrevistas, los niveles de ruido están sobre la norma vigente, lo que es corroborado por CONAMA (2002), cuyos valores resultantes de los monitoreos realizados en obras superaron los 60 dB(A) valor máximo permitido por la norma, llegando en promedio a los 68,2 dB(A).

c) Residuos sólidos: Para evaluar el comportamiento en la generación de los residuos de la construcción, en el presente estudio, se agruparon las encuestas según los tipos de obras en ejecución en la R.M., las que corresponden a A1, A3 y A4.

Cuadro 5.5: Generación de emisiones de material particulado

Tipo de obra	1999		2005	
	Kg/m ²	Ton/año	Kg/m ²	Ton/año
A1	0,183	544	0,141	419
A3	0,07	208	0,054	161
A4	0,108	321	0,083	247
Total de emisiones		1073		827

Fuente: Elaboración Propia

20 Cenma: "Tecnologías de Abatimiento de la Contaminación Atmosférica en Obras de Construcción", Santiago de Chile, 2001.

Cuadro 5.6: Evolución en los índices de generación de residuos sólidos de la construcción

Tipo de obra	1999	2005	Valor neto de disminución de residuos	Porcentaje de disminución
	M ³ /m ² construido	M ³ /m ² construido		
A1	0,21	0,021	0,189	10
A3	0,15	0,05	0,1	33,3
A4	0,22	0,028	0,192	12,72

Fuente: Elaboración Propia

Esto permitió determinar que, producto del crecimiento de la actividad de la construcción, estimado por la CChC para el periodo 2004 - 2005 en un 10%, la generación de residuos aumentó desde 654.343 m³/año, en 1999, a 832.876 m³/año, en 2005. Sin perjuicio de lo anterior, se demostró un aumento en la eficiencia en el manejo de los insumos por parte de las empresas, por cuanto disminuyó el valor de merma por m² construido, según se desprende del cuadro 5.6.

Las tasas de generación de residuos son mayores en obras de extensión (A4, 0,190 m³/m² construido) que en obras en altura (0,150 m³/m² construido), experimentando una reducción aproximada del 20% respecto a las tasas obtenidas en el año 1999. La reducción de la generación de residuos experimentada entre 1999 y el 2005 es equivalente a prologar la vida útil de un relleno sanitario (que recepciona 60.000 ton/mes) en aproximadamente un año.

Antes de la firma e implementación del APL Construcción RM, la región, al igual que el resto del país, se caracterizaba por contar con un escenario en donde los residuos de la construcción no estaban dentro de las prioridades ambientales, por lo que existían bajos o nulos niveles de control sobre ellos. En efecto, la resolución SESMA 5081/93, que establecía un sistema de seguimiento para los residuos no domiciliarios, sólo consideraba a los generados por las actividades industriales, dentro de los cuales no estaban considerados los desechos de la construcción, por lo que la autoridad sanitaria de la época no tenía forma de conocer el flujo de este tipo de residuos.

Producto de ello, un escaso 7% del total estimado de escombros²¹ era dispuesto en sitios autorizados, los que correspondían exclusivamente a los rellenos sanitarios. El resto era eliminado en los vertederos ilegales existentes en la región, con los consecuentes problemas ambientales y sanitarios para el entorno inmediato de éstos. Según estudios de la época, el 63% de los residuos que forman un basural corresponden a escombros de la construcción, los que alcanzaban a 101²².

El porcentaje de residuos que se disponía en un relleno sanitario, era originado por los servicios de recolección municipal, por cuanto gran parte de las empresas no contrataban servicios externos de transportes, ya que se limitaban a acopiarlos en la vía pública hasta la recogida municipal. Esto implicaba que el conjunto de comunas de la región, debían destinar importantes recursos para mantener la limpieza de las calles. Por ejemplo, según datos de la época²³, comunas populosas como Puente Alto y La Florida debían gastar anualmente más de 500 millones de pesos, sólo por concepto de recogida de residuos de la vía pública y disposición en sitios autorizados. Además, el Gobierno Regional también debía apoyar periódicamente en la limpieza de las vías públicas. Es así que en uno de los programas de recogida del año 1997, se gastaron más de 600 millones de pesos en el saneamiento de 22 basurales²⁴.

En todos los casos anteriores, los montos invertidos se explicaban por los altos costos en disponer para un relleno sanitario, al ser obras sanitarias diseñadas para la eliminación de residuos de mayor complejidad (residuos domiciliarios).

21 Documentos internos de SESMA, 1997.

22 CEDRM - EWE: "Proposición de un plan de acción para la eliminación de vertederos ilegales y recuperación de áreas afectadas en la Región Metropolitana", Santiago de Chile, 1994.

23 Documentos internos de SESMA, 1997.

24 Evaluación económica de Programa de Limpieza de Vertederos Ilegales de la Región Metropolitana, elaborado por CONAMA, 1997.

Esto, además, significaba que la vida útil de éstos disminuía velozmente y que se ponía en riesgo permanente la efectividad de los sellos basales existentes en éstos, por lo que la eliminación de los RESCON en rellenos era una opción poco sustentable. Por otra parte, la disposición en basurales clandestinos era, por lo general, gratuita, o a lo más, cobraban cifras marginales, las que en ningún caso superaban los \$ 1.500 por camionada²⁵, lo que evitaba la inversión privada para el desarrollo de nuevas soluciones.

Por otra parte, de los datos recopilados a través de la encuesta, se puede señalar que un 84% corresponde a residuos inertes, mientras que en el año 1999 este valor sólo alcanzaba a un 77%. Esta reducción en las tasas de generación y en los tipos de residuos generados está relacionada con la necesidad de las empresas constructoras de disminuir sus costos, para lo cual han adoptado distintas medidas, entre las cuales se pueden citar: la utilización y adquisición de productos estandarizados o predimensionados y el establecimiento de convenios con proveedores para el manejo de los residuos peligrosos generados en las materias primas adquiridas.

Además, se ha constatado una notable disminución en el número de vertederos ilegales existentes en la R.M. desde los

101 identificados en el año 1994 se ha disminuido a 63²⁶, gracias, entre otros motivos, a que la firma del APL, permitió reducir la generación de residuos y obligó a las empresas constructoras a disponerlos en lugares autorizados.

iii. Evaluación Económica del Acuerdo.

En cuanto a los indicadores económicos, un 93% de las empresas encuestadas reconoce que el beneficio producido por el cumplimiento de las medidas comprometidas en el acuerdo es en imagen de la empresa y de ellas el 42% indicó que esto incide en su posicionamiento dentro del mercado.

Respecto a los montos de inversión, las empresas firmantes del Acuerdo y otras socias de la Cámara Chilena de la Construcción han invertido un monto de \$ 634.000.000 en estudios y medidas destinadas a permitir el cumplimiento de los acuerdos.

Por otra parte, en la encuesta a las empresas firmantes, declaran que la aplicación de las medidas establecidas en el acuerdo, sólo el 18% respondió indicando que aproximadamente era menor al 0,5% del total invertido en la obra. En relación al aumento de los costos de operación por implementación de medidas, el 72% del total afirmó que es inferior al 1%.

25 Política regional para el manejo sustentable de los residuos sólidos de la construcción, Gobierno Regional – SESMA, 1999.

26 Catastro de Vertederos Ilegales de Residuos Sólidos en la Región Metropolitana, SESMA, No publicado, 2002.

Cuadro 5.7: Resumen Indicadores Acuerdo de Producción Limpia Sector Construcción

Indicadores de Participación Económica

Superficie total construida 1999	2.974.287 m ²
Superficie total construida 2004	3.977.821 m ²
Superficie total estimada 2005	4.383.559 m ²
Localización	Región Metropolitana de Santiago

Antecedentes del APL

Fecha de firma	28 de enero de 2000
Puesta en vigencia	1 de mayo de 2000
Finalización	30 de abril de 2002
Nº de empresas firmantes del APL	51
Nº de metas	3
Número de acciones	39
Porcentaje de cumplimiento general	65%
Porcentaje de cumplimiento emisiones atmosféricas	61%
Porcentaje de cumplimiento residuos sólidos	73%
Porcentaje de cumplimiento ruido	25%

Cuadro 5.7: Resumen Indicadores Acuerdo de Producción Limpia Sector Construcción

Indicadores Ambientales

En Emisiones Atmosféricas

Reducción en la tasa de generación de emisiones por m² construido en edificación según tipo de construcción

A1 antes de APL (1999): 0,183 kg/m²
A1 después de APL (2005): 0,141 kg/m²
A3 antes de APL (1999): 0,07 kg/m²
A3 después de APL (2005): 0,054 kg/m²
A4 antes de APL (1999): 0,108 kg/m²
A4 después de APL (2005): 0,083 kg/m²

Reducción de emisiones de material particulado (promedio de todas las obras)

Antes del APL (1999): 1073 ton/año
Después del APL (2005): 827 ton/año
Reducción: 246 ton/año
Porcentaje de Reducción: 30%

Contribución a reducción de inventario de emisiones (4.373 según inventario 2000 de CONAMA RM)

6%

En manejo de residuos sólidos

Generación de Residuos Sólidos

Antes de APL (1999): 446.143 a 654.343 m³
Después de APL (2005): 526.027 a 832.876 m³

Tasa de disposición de residuos

80% en lugares autorizados
20% en lugares no autorizados

Tasa de generación de RS por m² en tipo de obra A1 1999

0.210 m³/m²

Tasa de generación de RS por m² en tipo de obra A1 2005

0.150 m³/m²

Tasa de disminución de generación de residuos sólidos (todas las obras)

20%

Tasa de generación de residuos inertes

Antes de APL (1999): 77%
Después de APL (2005): 84%

Nº de sitios autorizados para la disposición de residuos inertes

Antes de APL (1999): 0
Después de APL (2005): 11

Nº de VIRS en RM

Antes de APL (1999): 101
Después de APL (2005): 63

Volumen total de suelos con extracción de áridos

Total: 28.250.000 m³
Recuperados: 14.130.000 m³
Porcentaje de capacidad total rellenada: 50%

En ruido

Reducción de emisiones acústicas

25%

Cuadro 5.7: Resumen Indicadores Acuerdo de Producción Limpia Sector Construcción

Indicadores económicos

Porcentaje de inversión realizada	0.5% del total invertido en cada obra
Aumento de los costos de operación por la implementación de las medidas	1%
Aumento en generación de nuevos negocios	25%
Inversión del APL	\$ 634.000.000

Otros beneficios del APL

Mejoramiento en la imagen de la empresa	93%
Efectos sobre el posicionamiento de la empresa dentro del mercado	40%



77V. Acuerdo de Producción Limpia Sector Construcción de la Región Metropolitana

