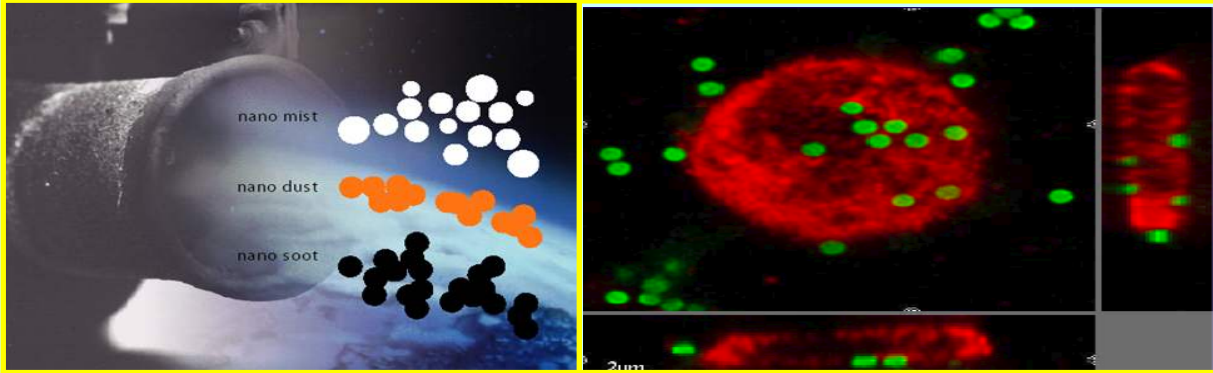




SUBSECRETARÍA DE TRANSPORTES
CENTRO DE CONTROL Y CERTIFICACIÓN
VEHICULAR



Guía para la Instalación de
Sistemas de Post Tratamiento
de Emisiones en Buses de
Transantiago.





GOBIERNO DE CHILE
SUBSECRETARÍA DE TRANSPORTES
CENTRO DE CONTROL Y CERTIFICACIÓN
VEHICULAR

NOTA

El presente documento recoge las recomendaciones del trabajo conjunto de los fabricantes de sistema de post tratamiento de emisiones certificados por el Centro de Control y Certificación Vehicular (3CV) y de los profesionales del Centro de Control y Certificación vehicular vinculados al tema. En tal sentido este documento es una guía que no tiene carácter reglamentario y por tanto no reemplaza la reglamentación vigente aplicable en cada caso.



Índice

1.	Introducción.....	4
2.	Consideraciones Generales Para el uso de sistemas de post tratamiento.	5
2.1.	Contrapresión.	5
2.2.	Consumo de aceite Lubricante.	5
2.3.	Opacidad.....	6
2.4.	Temperatura.....	6
2.5.	Ruido.	6
2.6.	Limpieza.	7
3.	Instalación de los sistemas.....	7
3.1.	Verificaciones del Bus Antes y Después de la Instalación.....	7
a.	Consumo de aceite Lubricante del motor:.....	7
b.	Opacidad:.....	8
c.	Ruido:	8
d.	Contrapresión:	8
3.2.	Requisitos del sistema de post tratamiento que se instale.	9
a.	Identificación de la unidad instalada:	9
b.	Información para el usuario:.....	9
c.	Sistema de Protección con Alarma de Contrapresión y Dispositivo Electrónico de captura de Datos:	10
d.	Toma de Opacidad antes del sistema de post tratamiento:.....	10
4.	Aspectos generales para la mantención y el cuidado	10
4.1.	Contrapresión	11
4.2.	Limpieza.....	11
4.3.	Mantención del motor.....	11
a.	Nivel de Opacidad del Motor:	11
b.	Consumo de lubricante del motor:	11
c.	Turbo compresor	12
	ANEXO 1	13
	ANEXO 2	15
	ANEXO 3	16



1. Introducción

El presente documento se elaboró en conjunto con los fabricantes de sistemas de post tratamientos certificados conforme al Decreto Supremo N° 65/2004 que reglamenta dicha certificación.

Su objetivo es resumir las recomendaciones técnicas y las exigencias normativas necesarias de tener en cuenta al momento de instalar el sistema de post tratamiento en un bus de transporte público y está dirigido principalmente a los concesionarios de Transantiago, que deberán implementar dichos sistemas en su flota.

Se emplea en este documento el término sistema de post tratamiento, de forma genérica, como aquel dispositivo que incluye todas las partes ajenas a un vehículo, que operan en forma integral para disminuir o retener partículas generadas por combustión en los motores y que actúa sobre los gases de escape que se producen en el motor. En particular los sistemas certificados en la actualidad, conforme al Decreto Supremo N° 65/2004, corresponden a un tipo específico de sistema de post tratamiento, que se denominan filtros de partículas diesel (conocidos por su sigla en inglés DPF).

Los filtros de partículas se caracterizan por retener el material particulado mediante un material filtrante y posteriormente quemarlo durante un proceso que se denomina regeneración. Los filtros certificados presentan una alta eficiencia en la reducción del material particulado, eliminando en promedio un 90% de este contaminante. Además permiten retener en promedio un 99% el material particulado sólido ultrafino (hollín) que se genera en los motores diesel. El material particulado sólido ultrafino es especialmente relevante por sus efectos nocivos en la salud.

Con el fin de contribuir a una mejor implementación de estos sistemas en el parque de buses de Santiago y asegurar los beneficios ambientales del uso de los filtros de partículas es que se ha desarrollado el presente documento como una guía, que no tiene carácter reglamentario y por tanto no reemplaza la reglamentación vigente aplicable en cada caso.



2. Consideraciones Generales Para el uso de sistemas de post tratamiento.

A continuación se indican los aspectos técnicos más relevantes a considerar en la operación de los sistemas de post tratamiento. Se describe también, de forma general, como cada aspecto se relaciona con la operación del sistema.

2.1. Contrapresión.

Dado que el sistema de post tratamiento es un dispositivo que se coloca en el tubo de escape del vehículo, es necesario monitorear la restricción que el sistema produce en la salida de los gases de escape. Esto se hace mediante la medición de la contrapresión justo antes del sistema. Valores de hasta 200 [mbar] son aceptables y los sistemas certificados han sido verificados para cumplir con dicho valor. Una contrapresión mayor que 200 [mbar] es señal de: a) la necesidad de limpiar el sistema por acumulación de cenizas, b) acumulación de hollín debido a una regeneración deficiente o al exceso de opacidad del motor. Ambos fenómenos se explican mas adelante, en este mismo capítulo.

Por lo antes expuesto es muy importante contar con procedimientos de rutina para la verificación permanente de los valores de contrapresión y de las alarmas del sistema de post tratamiento.

2.2. Consumo de aceite Lubricante.

El aceite lubricante del motor contiene dos sustancias que inciden en la operación de los sistemas de post tratamiento, como sigue:

- **Cenizas:** Este es un producto incombustible que se encuentra en los lubricantes comerciales en mayor o menor cantidad. El nivel de ceniza en el aceite lubricante se puede conocer como parte de sus especificaciones técnicas (en %). Cuando el motor quema una parte de este aceite, las cenizas contenidas en él son conducidas por los gases de escape al sistema de post tratamiento, donde se depositan y no pueden ser regeneradas (quemadas), por el sistema, provocando un aumento en la contrapresión. Cuando la contrapresión excede los valores máximos recomendados por fabricante del sistema de post tratamiento (en todo caso menor o igual a 200 [mbar]), las cenizas acumuladas deben ser entonces removidas mediante la limpieza del sistema.
- **Azufre:** En general los lubricantes del motor contienen altos niveles de azufre (entre 6.000 a 8.000 ppmS aprox.). En la actualidad el diesel disponible en Santiago es de 50 ppmS o inferior, lo que es compatible con todas las tecnologías certificadas. No obstante si se produce un consumo de aceite lubricante elevado en el motor, el efecto será equivalente a aumentar el nivel azufre en el combustible. Para el buen funcionamiento del sistema, este



consumo de aceite lubricante no debe exceder el máximo recomendado por el fabricante del sistema de post tratamiento.

2.3. Opacidad.

Los sistema de post tratamiento certificados tienen una alta eficiencia en la eliminación de los humos negros (hollín) que se generan en el motor. Este hollín está formado por partículas sólidas de carbón de tamaño muy pequeño (partículas sólidas ultrafinas), que son retenidas por el sistema y luego quemadas durante el proceso de regeneración. La capacidad del sistema para retener y quemar el hollín es parte de las condiciones de su diseño. Si el motor produce humos negros mas allá de la capacidad del sistema, el hollín se acumulará, provocando una restricción a la circulación de los gases de escape, lo que se reflejará en un aumento en los valores de contrapresión.

Para asegurarse que el bus se encuentra en los parámetros de diseño del sistema de post tratamiento, es necesario medir el valor de opacidad de los gases de escape del motor, mediante el procedimiento de opacidad en aceleración libre reglamentado en el DS N°4/1994 del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones.

2.4. Temperatura.

Existen algunos diseños de sistemas de post tratamiento que requieren determinados rangos de temperaturas de los gases de escape para su buen funcionamiento (temperaturas de regeneración). Todos los sistemas certificados han sido verificados en los rangos normales de temperatura de los gases de escape, en las aplicaciones para las cuales han sido certificados. No obstante una mantención inadecuada puede modificar estas temperaturas, afectando la regeneración del sistema de post tratamiento. Una regeneración deficiente se traduce en la acumulación de material particulado en el sistema, restringiendo la circulación de los gases de escape, lo que se reflejará en un aumento en los valores de contrapresión.

2.5. Ruido.

En la mayoría de los casos el sistema de post tratamiento se coloca en lugar del silenciador. Los sistemas de post tratamiento certificados pueden reemplazar al silenciador sin afectar el cumplimiento de la norma de ruido correspondiente (100 dBA). No obstante para ello se requiere que el vehículo en su condición original se encuentre en niveles de ruido aceptables.

Para medir la emisión de ruido se utiliza el ensayo estacionario definido en el DS 129/2002 del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones.



2.6. Limpieza.

La limpieza es un procedimiento de mantenimiento periódico para el sistema de post tratamiento, que permite remover la ceniza acumulada. Como ya se mencionó, la ceniza es el residuo sólido incombustible, producto de la combustión (regeneración) del hollín o proveniente del consumo del aceite del motor. La frecuencia de la limpieza depende de la capacidad del sistema para almacenar cenizas hasta el límite de contrapresión de 200 [mbar]. El tiempo entre limpiezas puede verse aumentado si se cuidan los siguientes aspectos:

- **El consumo de lubricante del motor:** Mientras menor es el consumo de lubricante, mayor es el tiempo entre limpiezas.
- **El contenido de ceniza en el aceite lubricante del motor:** Mientras menor es el contenido de ceniza del lubricante utilizado, mayor es el tiempo entre limpiezas.

3. Instalación de los sistemas.

Como parte de la instalación de un sistema de post tratamiento, es recomendable realizar la verificación y registro de los parámetros más relevantes del estado del bus antes y después de la instalación. Asimismo, es necesario verificar que el dispositivo y su instalación cumplen con los requisitos normativos necesarios. En este capítulo se presentan las verificaciones recomendadas y las exigencias normativas, distinguiendo en cada caso las recomendaciones técnicas del estado del arte en la materia, de los requisitos normados a través del DS 65/2004 del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, siendo estos últimos de carácter obligatorio.

3.1. Verificaciones del Bus Antes y Después de la Instalación.

Los parámetros que se señalan a continuación tienen relación con la operación del sistema de post tratamiento conforme se describe en “2. Consideraciones Generales Para el Uso de Sistemas de post tratamiento”, y se recomienda su verificación antes y/o después de la instalación del sistema, conforme se indica. Se adjunta en Anexo 1, una ficha propuesta para el registro de las verificaciones realizadas y en Anexo 2, una tabla resumen con las verificaciones recomendadas.

a. Consumo de aceite Lubricante del motor:

Se recomienda que el consumo de aceite lubricante del motor no supere el consumo máximo recomendado por el fabricante del motor. Para verificar este punto, antes de la instalación del sistema, el propietario del bus debiera contar con los registros históricos de consumo de lubricante y petróleo diesel de su flota, que permitan al fabricante del sistema de postratamiento verificar este valor y registrarlo en la ficha del Anexo 1.



Adicionalmente, se recomienda que el fabricante del sistema de post tratamiento constate el consumo excesivo de aceite mediante la presencia de humos azules durante la aceleración libre del motor.

b. Opacidad:

Se recomienda que el valor de opacidad de los buses que instalen sistema de post tratamiento, se encuentre por debajo de la norma exigida (menor o igual a $1,6 \text{ m}^{-1}$ para buses que cumplen norma de emisión EuroI, EuroII, EPA91 o EPA94). Esta medición podrá ser realizada por el fabricante justo antes de la instalación. Adicionalmente se considera que es responsabilidad del propietario del bus contar con la bomba de inyección de combustible correctamente calibrada y sellada en un taller autorizado para el efecto. Asimismo, justo después de la instalación, se debiera verificar nuevamente el valor de opacidad de los gases de escape. En esta oportunidad el valor medido con el sistema instalado no debiera ser mayor que $0,12 \text{ m}^{-1}$. Los valores de opacidad antes y después de la instalación pueden ser registrados en la ficha del Anexo 1, por el fabricante del sistema y responsable de la instalación.

c. Ruido:

Se recomienda que el nivel de ruido sea medido por el fabricante del sistema de post tratamiento, justo antes de la instalación, para verificar que este cumple con un nivel aceptable para la instalación del sistema. Se recomienda, en todo caso, que el nivel de ruido antes de la instalación del sistema no supere los 100 [dBA]. Asimismo, justo después de la instalación, se debiera verificar nuevamente el nivel de ruido. El valor medido con el sistema instalado no puede ser mayor que 100 [dBA]. Los valores de ruido antes y después de la instalación pueden ser registrados en la ficha del Anexo 1, por el fabricante del sistema y responsable de la instalación.

d. Contrapresión:

Inmediatamente después de la instalación del sistema de post tratamiento se recomienda la verificación de la contrapresión, medida en el punto de corte de inyección (o de máximas revoluciones del motor). Este valor no debe superar los 200 [mbar] y puede quedar registrado en la ficha del Anexo 1. Se recomienda también, que además del sistema de alarmas por contrapresión, obligatorio para cada unidad instalada, exista un registro permanente con un sistema electrónico de registro, provisto por el fabricante del sistema de post tratamiento, conforme descrito en 3.3. c). Una primera lectura de este registro, para verificar el correcto funcionamiento del sistema debiera ser realizado antes de la primera semana de operación.



3.2. Requisitos del sistema de post tratamiento que se instale.

Para la selección del sistema de post tratamiento apropiado se cuenta con una lista de sistemas certificados publicado por el 3CV en www.mtt.cl, donde se indica la marca, modelo y empresa habilitada para aplicaciones específicas. Es imprescindible que el sistema que se instale se encuentre certificado para la aplicación específica (marca, modelo de chasis).

Cada unidad que se instale debe o puede cumplir los ítemes que se detallan a continuación, donde para cada caso se indica si se trata de una exigencia normativa o una sugerencia, una tabla resumen con estas indicaciones se encuentra en el Anexo 3:

a. Identificación de la unidad instalada:

Es obligatorio que el fabricante del sistema de post tratamiento provea con cada unidad, una identificación, incorporada o adherida permanentemente en el sistema de post tratamiento de emisiones y otra en el motor del vehículo, de forma que se mantenga durante toda la vida útil de éste, donde se indique, claramente, su marca y código de certificación otorgado por el 3CV; nombre, dirección y teléfono del fabricante; marca y modelo de chasis para el cual ha sido certificado; número de serie, año y mes de fabricación del sistema. Esta identificación deberá ser ubicada en el sistema de post tratamiento de emisiones, de manera tal que pueda ser observada al estar éste instalado en el vehículo.

b. Información para el usuario:

Es obligatorio que el fabricante del sistema de post tratamiento provea con cada unidad la documentación, en el que se indicará la siguiente información mínima.

- Declaración de la garantía, incluyendo el período de la garantía sobre el cual el interesado está obligado a reparar cualquier defecto. Se recomienda que dicha garantía sea de al menos un año.
- El procedimiento de instalación, desinstalación y los requisitos de mantenimiento y limpieza del sistema.
- El rango admisible de contrapresión. En Todo caso esta no puede superar los 200 mbar.
- Aumento de consumo de combustible, si lo hay.



- Requerimientos de calidad o composición de combustible, incluyendo el azufre, si procede.
- Especificaciones, manejo y suministro de aditivos, si corresponde.
- Las instrucciones de lectura y operación del monitor de contrapresión.
- Los requisitos de calidad y la tasa máxima de consumo de los aceites de lubricación.
- La información de contacto para componentes de reposición, mantención y limpieza. La información para el manejo de los residuos generados (Ej.: La ceniza acumulada en el sistema).

c. Sistema de Protección con Alarma de Contrapresión y Dispositivo Electrónico de captura de Datos:

Es obligatorio que el fabricante del sistema de post tratamiento provea con cada unidad un sistema de funciones de protección automática con señal de alarma para el control de valores máximos de contrapresión.

Es recomendable que dicho sistema cuente con un dispositivo electrónico de captura de datos para el registro de la contrapresión, con frecuencia de 1 registro por minuto, con memoria para al menos 1 mes de operación.

d. Toma de Opacidad antes del sistema de post tratamiento:

Se recomiendan diseños de carcaza para los sistema de post tratamiento que permitan la toma de opacidad antes del dispositivo, a fin de permitir el diagnóstico permanente del estado del motor.

4. Aspectos generales para la mantención y el cuidado

Como un componente mas del bus, el sistema de post tratamiento, requiere del cumplimiento de las pautas de mantención y cuidado entregadas por el fabricante del sistema. Asimismo, es necesario también, respetar las pautas de mantención entregadas por el fabricante del motor del bus.



Sin perjuicio de lo anterior, se entregan a continuación recomendaciones generales de mantención y cuidado para el buen funcionamiento del sistema de post tratamiento.

4.1. Contrapresión

Para controlar oportunamente cualquier problema de operación del sistema de post tratamiento o del motor del bus es necesario mantener un control rutinario de este parámetro. Esto se debe realizar mediante el control diario de las alarmas de contrapresión provistas con el sistema. Estas alarmas deben quedar en un lugar que permita su fácil visualización tal como por ejemplo el panel de controles del conductor y deben existir procedimientos internos para informar la existencia de estas alarmas, y para operar conforme los procedimientos definidos por el fabricante del sistema.

4.2. Limpieza

Los fabricantes junto con cada unidad que instalen deben entregar las recomendaciones para la limpieza del sistema y la información para el manejo de los residuos generados. La limpieza se debe realizar conforme estas recomendaciones.

4.3. Mantención del motor.

Para mantener condiciones de operación del motor apropiadas para el buen funcionamiento del sistema de post tratamiento se recomienda lo siguiente:

a. Nivel de Opacidad del Motor:

Como una forma de diagnosticar las condiciones del motor se recomienda medir la opacidad en aceleración libre en la toma indicada en el punto 3.2 d), antes del sistema de post tratamiento, con una frecuencia de al menos dos veces al año. Si este valor no corresponde al valor histórico del bus o se encuentra por sobre el límite $1,6 \text{ m}^{-1}$, se recomienda entonces efectuar una revisión al motor o una revisión de la bomba de inyección de combustible en un taller autorizado. .

b. Consumo de lubricante del motor:

Se debe llevar permanentemente registro del consumo de lubricante y de combustible del motor y compararlo con los valores históricos, un aumento repentino del consumo de éstos, puede ser indicación para una revisión del motor y prevenir un mal funcionamiento del sistema de post tratamiento.



c. Turbo compresor

El turbo compresor es un elemento mecánico de alta precisión, que gira a una gran velocidad. Dada la precisión y las tolerancias muy precisas requeridas para su operación, su diagnóstico y reparación debe realizarse por personal calificado. Pequeñas desviaciones o desbalances en su rotación pueden producir fallas que se traduzcan en filtraciones de aceite crudo al sistema de post tratamiento, ocasionando daños en éste. Asimismo es necesario respetar todas las recomendaciones del fabricante del motor en esta materia, incluyendo el uso de los lubricantes o el recambio de filtros necesarios, toda vez que pequeñas partículas sólidas que ingresen al turbo pueden ser también origen de estas fallas.



ANEXO 1

Ficha Para la Instalación de Sistema de Post Tratamiento.

Datos del Responsable por el Fabricante del sistema de post tratamiento		
Nombre Responsable		
Dirección		
Teléfono/Fax		
e-mail		
Firma		
Datos Responsable por el propietario del bus		
Nombre Responsable		
Dirección		
Teléfono/Fax		
e-mail		
Firma		
Datos del Bus		
Unidad de Negocio		
Patente		
Marca Chasis		
Modelo Chasis		
Marca Motor		
Modelo Motor		
Datos del sistema de post tratamiento		
Fabricante sistema de post tratamiento		
Marca		
Código Certificación		
Número de serie		
Parámetros del Bus antes de la instalación		
Consumo de aceite motor		[lt/km]
Consumo de combustible		[lt/km]
(Consumo aceite/Consumo Combustible)*100		%
Presencia humos azules		[Si/No]
Opacidad aceleración libre		[m ⁻¹]
Ruido con silenciador		[dBA]
Parámetros del Bus después de la instalación		
Opacidad aceleración libre		[m ⁻¹]
Ruido con sistema de post tratamiento		[dBA] (≤ 100 dBA)
Contrapresión máx. RPM		[mBar] (≤ 200 mBar)



Información proporcionada por el fabricante al propietario del bus		
Placa identificación en el sistema de post tratamiento		[Si/No]
Placa identificación en el motor		[Si/No]
Declaración de garantía		[Si/No]
Procedimientos de instalación y desinstalación.		[Si/No]
Requisitos de mantenimiento y limpieza del sistema.		[Si/No]
Rango admisible de contrapresión.		[Si/No]
Descripción de sistema de alarma de contrapresión.		[Si/No]
Declaración de % de aumento de consumo de combustible, si lo hay.		[Si/No/NA]
Descripción de requerimientos de composición de combustible.		[Si/No]
Especificaciones, manejo y suministro de aditivos, si corresponde.		[Si/No/NA]
Instrucciones de lectura y operación del monitor de contrapresión.		[Si/No/NA]
Requisitos de calidad y de consumo de aceite de lubricación.		[Si/No]
Información de contacto para componentes de reposición, mantención y limpieza.		[Si/No]
Descripción del tipo y el manejo de los residuos generados.		[Si/No]

NA : No Aplica.



ANEXO 2

TABLA N°1: Cuadro resumen para la verificación de parámetros del bus antes y después de la instalación del sistema de post tratamiento.

PARÁMETRO	PROCEDIMIENTO		VALOR REFERENCIA		REGISTRO		OBLIGACION
	METODO	RESPONSABLE	ANTES INSTALACION	DESPUÉS INSTALACION	METODO	RESPONSABLE	
Consumo Lubricante Motor	Registro Histórico	Propietario del Bus	Consumo Máximo Recomendado por Fabricante Motor.		Ficha Anexo 1	Fabricante del sistema de post tratamiento.	Recomendado.
	Humo Azul en aceleración libre	Fabricante sistema de post tratamiento	Sin humo azul				
Opacidad	Opacidad en aceleración libre.	Fabricante sistema de post tratamiento	≤1,6 m ⁻¹ (motores Euro I, Euro II, EPA 91, EPA 94).	≤0,12 m ⁻¹ .	Ficha Anexo 1	Fabricante del sistema de post tratamiento.	Recomendado.
	Bomba de inyección calibrada y sellada.	Propietario del Bus.	Sin valor de referencia	Sin valor de referencia	N/A		
Ruido	Nivel de ruido estacionario conforme DS129/2002	Fabricante sistema de post tratamiento	≤ 100 [dBA]		Ficha Anexo 1	Fabricante del sistema de post tratamiento.	Recomendado.
Contrapresión	Medición en Máximas RPM	Fabricante sistema de post tratamiento	N/A	≤ 200 [mBar]	Ficha Anexo 1	Fabricante del sistema de post tratamiento.	Recomendado.
	Descarga Registros desde el sistema electrónico	Fabricante sistema de post tratamiento	N/A	≤ 200 [mBar]	N/A	N/A	Recomendado.



ANEXO 3

TABLA N°2: Cuadro resumen para los requisitos del sistema de post tratamiento que se instale.

ITEM	DESCRIPCION	OBLIGACION	VERIFICACIÓN
Certificación del sistema de post tratamiento	Usar sólo sistemas certificados por el 3CV para la aplicación específica (marca, modelo de chasis).	Exigencia D.S. 65/2004 del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones.	Lista de sistemas certificados (www.mtt.cl) y certificado en poder del fabricante.
Identificación de la unidad instalada.	Placa de identificación adherida en el sistema de post tratamiento de emisiones y en el motor del vehículo.	Exigencia D.S. 65/2004 del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones.	Al momento de la instalación.
Información para el usuario.	Es obligatorio que el fabricante del sistema de post tratamiento provea la documentación con la información indicada en el Art. 12 del D.S. 65/2004 del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones.	Exigencia D.S. 65/2004 del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones.	Al momento de la instalación.
Alarma de contrapresión.	Es obligatorio que el fabricante del sistema de post tratamiento provea con cada unidad un sistema de alarma para el control de valores máximos de contrapresión.	Exigencia D.S. 65/2004 del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones.	Al momento de la instalación.
Dispositivo electrónico de captura de datos.	Es recomendable con cada unidad un dispositivo electrónico de captura de datos para el registro de la contrapresión	Recomendación	Al momento de la instalación.
Toma de opacidad antes del sistema de post tratamiento	Se recomiendan diseños de carcaza que permitan la toma de opacidad antes del dispositivo.	Recomendación	Al momento de la instalación.