

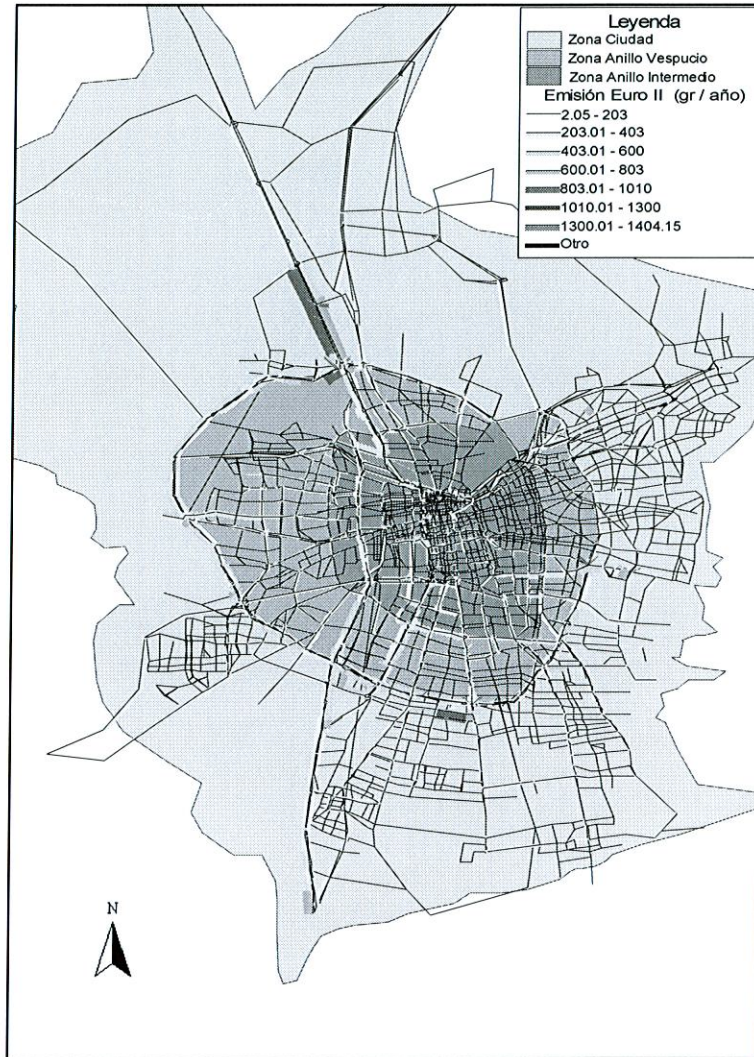
**Escenario Fase 1 (Euro II/Epa94)**

Para la construcción de este escenario se consideró para los arcos al interior del AAV, en la fracción del flujo Pre Euro y Euro I, factores de emisión Euro II. Este es un escenario desfavorable para la estimación de reducciones de emisiones, toda vez que no considera la fracción del parque se renueva a Euro III, como tampoco la fracción de los viajes con origen o destino fuera del AAV y que se verán beneficiados por el cambio en las emisiones.

**TABLA 28: EMISIÓN (TON/AÑO), SEGÚN ZBE, NORMA TECNOLÓGICA Y TAMAÑO DE CAMIÓN, ESCENARIO EURO II**

ZONA	TECNOLOGÍA	LIVIANOS	MEDIANOS	PESADOS	TOTAL EMISIÓN
0	Euro 0	10	26	19	55
0	Euro 1	10	16	15	42
0	Euro 2	13	16	9	37
0	Euro 3	5	7	5	17
1	Euro 0	0	0	0	0
1	Euro 1	0	0	0	0
1	Euro 2	12	19	10	41
1	Euro 3	3	4	3	9
<b>TOTAL EMISIÓN</b>		52	88	62	202





**FIG. 26: EMISIONES FASE 1 (GR/AÑO)**

### Escenario Fase 2

Este escenario se construye con la misma lógica del anterior, considerando ahora el cambio de los factores de Pre Euro, EuroI y EuroII para Euro III.

ZONA	TECNOLOGÍA	LIVIANOS	MEDIANOS	PESADOS	TOTAL EMISIÓN
0	Euro 0	10	26	19	55
0	Euro 1	10	16	15	42
0	Euro 2	13	16	9	37
0	Euro 3	5	7	5	17
1	Euro 0	0	0	0	0
1	Euro 1	0	0	0	0
1	Euro 2	0	0	0	0
1	Euro 3	11	17	10	38
<b>TOTAL EMISIÓN</b>		49	82	59	189

**TABLA 29: EMISIÓN (TON/AÑO), SEGÚN ZBE, NORMA TECNOLÓGICA Y TAMAÑO DE CAMIÓN, ESCENARIO EURO III**

Adicionalmente a los escenarios Fase 1 y 2, se estimaron las emisiones considerando el 76% de incumplimiento detectado en la fiscalización en la vía pública. Un resumen con todos estos escenarios se presenta en la siguiente Tabla:

**TABLA 30: COMPARACIÓN DE ESCENARIOS EN EMISIONES DE MP.**

	Emisiones	Emisiones	Pérdida Emisiones
		76% Incumplimiento	76% Incumplimiento
	[ton/año]	[ton/año]	[ton/año]
Fase 1	202	225	23
Fase 2	189	224	35
Base	231	231	-----

Conforme la Tabla 30, una mayor fiscalización de la ZBE se podría traducir en una pérdida de 23 [ton/año]. Estas emisiones pueden ser valoradas en términos de costo en salud a un valor monetario de CLP 111,646,723/(Tonelada de MP)<sup>24</sup>. Estimando para el total de emisiones perdidas por incumplimiento se llega a un total de CLP 2,567 millones al año. Actualmente el costo de la fiscalización para el control del DS18/91 en el AAV es de CLP 120,830. Lo anterior muestra lo socialmente rentable que puede ser la fiscalización si consigue eliminar o al menos reducir notoriamente el incumplimiento. En Suecia la LEZ de Estocolmo opera con fiscalización manual y con una tasa de incumplimiento del 10%.

<sup>24</sup> Costos en bienestar (WTP), representados por la disposición a pagar por evitar la ocurrencia de un efecto, o por la reducción de los riesgos de muerte (ANÁLISIS TÉCNICO-ECONÓMICO DE LA APLICACIÓN DE UNA NORMA DE EMISIÓN PARA ARTEFACTOS DE USO RESIDENCIAL QUE COMBUSTIONAN CON LEÑA Y OTROS COMBUSTIBLES DE BIOMASA).



#### 4. CONCLUSIONES.

De la recopilación de antecedentes internacionales es posible observar que existen diversos esquemas de implementación de una ZBE.

Si bien el objetivo principal del estudio consistía en diseñar los requisitos técnicos para una zona de baja emisión para la Región Metropolitana, en el desarrollo del mismo se indagaron aspectos de la evaluación del impacto de la medida, considerando que la implementación de dichas exigencias puede afectar a la logística del transporte de carga de la ciudad.

También resulta importante la determinación de la flota afectada para estimar los efectos sociales y sobre la demanda de ciertos bienes y servicios tales como talleres de calibración, sistemas de post tratamiento de emisiones, revisiones técnicas, etc.

De la recopilación de antecedentes no se dispuso de información suficiente para estimar el parque de camiones afectado por la implementación de una ZBE para la Región Metropolitana<sup>25</sup>, ni tampoco para estimar el impacto en los viajes o la cadena de distribución.

Mediante el análisis de las bases de datos de las revisiones técnicas en la R.M. y de la fiscalización en la Vía Pública, se pudo configurar la composición del parque por norma de emisiones y peso bruto vehicular, determinándose además que el 61% de los camiones fiscalizados en las vías de la RM, cuentan con revisión técnica de otras regiones, lo que dificulta la cuantificación del parque afectado mediante el análisis de permisos de circulación o las revisiones técnicas. Esto puede deberse a la intención de eludir los controles de emisiones más exigentes que se realizan en las PRT de la Región Metropolitana.

Del análisis de la opacidad por peso bruto vehicular y norma de emisiones se verificó que existen dos hitos relevantes de reducción de emisiones en la flota de camiones analizada. El primero asociado a la implementación de las normas de emisión en el año 1994 y el segundo con la incorporación masiva de los sistemas de inyección electrónica junto con la entrada en vigencia de la Euro III. Lo último confirma la relevancia del sistema de inyección en el control de las emisiones.

La caracterización de los sistemas de inyección del parque de camiones de la revisión técnica fue precisamente la que permitió observar la alta participación de los sistemas de inyección electrónicos, los que en la actualidad constituyen el 90% de los camiones EuroIII. A su vez el catastro de los talleres de inyección diesel de la RM, permitió cuantificar la disponibilidad de bancos de ensayo tanto para bombas de inyección mecánicas como para los sistemas electrónicos. En este sentido se dio cuenta de 15 talleres autorizado por la Seremi de

---

<sup>25</sup> El estudio "Análisis de la Eficiencia Energética en el Transporte Interurbano de Carga", CIMA Ingeniería, determina la flota de camiones a nivel nacional en 146,185, a su vez el estudio "Análisis de Regulaciones sobre el Transporte de Carga Urbano y su impacto en la Cadena Logística", en desarrollo durante esta recopilación situó el parque que ingresa al Anillo Américo Vespucio en 114,280,

Transportes, bajo los requisitos técnicos que define la Res 15/91 y otra normativa técnica asociada, los cuales presentan una capacidad estimada de 16,712 motores con sistema electrónico, ó 33,424 motores con bombas mecánicas de inyección. Si se considera que el parque sujeto a la ZBE es de al menos 37,000 camiones (datos PRT), la capacidad disponible podría resultar ajustada.

Tanto por la capacidad limitada de calibraciones como por las complejidades no resueltas de la calibración de los sistemas electrónicos (bancos especiales, software específico, dificultades en el sellado), se hace recomendable apuntar las exigencias de calibración y sellado a casos acotados de bombas mecánicas, como se plantea en la propuesta de esquema para la ZBE (Punto 3.6).

A su vez examinados los datos de la fiscalización en la vía pública, se constató que el 76% de los camiones con prohibición de ingreso al AAV lo hacen. Esta alta tasa de incumplimiento arriesga los beneficios de la medida de una ZBE, toda vez que estimadas las reducciones de emisiones debidas a su implementación, de las 29 [ton/año] ahorradas, por incumplimiento se perderían 23 [ton/año]. El costo en salud de estas 23 [ton/año], asciende a CLP 2,567 millones al año. Lo anterior justifica intensificar la fiscalización de la futura ZBE que se defina.

Por último se plantea un esquema de implementación en dos fases, considerando la primera un menor nivel de exigencia (Euro II/Epa94) y una mayor flexibilidad para acreditar el cumplimiento, sin exigencias de reacondicionamiento. En estas exigencias, la medición de opacidad en aceleración libre y en carga operarán como mecanismos de acreditación, junto con la propia certificación de emisiones del motor, la que se verificará mediante la fecha de inscripción que registra el padrón del vehículo.

Una segunda fase aumenta la exigencia y acota los mecanismos de acreditación a la certificación de emisiones del motor, al cambio de motor o reacondicionamiento con filtro de partículas diesel.

Las fechas propuestas para la fase 1 y 2 son 2011 y 2014 respectivamente.



## II. ESTÁNDAR DE EMISIONES PARA EL ENSAYO ASM EN PLANTAS DE REVISIÓN TÉCNICA

### 1. OBJETIVOS.

#### 1.1. OBJETIVO GENERAL.

Generar los antecedentes técnicos necesarios para la implementación de una Zona de Baja Emisión para vehículos de carga (camiones) en la Región Metropolitana, considerando estándares de opacidad, los procedimientos de medición, los requerimientos para la mantención y calibración de bombas inyectoras y las estrategias de fiscalización.

#### 1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Proponer los estándares finales para la prueba ASM, sobre la base de la información disponible de las mediciones realizadas en las Plantas de Revisión Técnica, considerando las características particulares de cada categoría de vehículo y comparando los costos y beneficios de los distintos estándares propuestos.
- En base al análisis de los datos disponibles del primer año de mediciones en PRT, y a la observación en terreno de la aplicación de la norma, proponer mejoras a los procedimientos de medición, donde corresponda (exigencias de calibración, materiales de referencia, etc.), considerando los requerimientos de esta segunda etapa de implementación

### 1. OBSERVACIONES EN BASE DE DATOS

Para dar cumplimiento a los objetivos del estudio se ha considerado el análisis de las bases de datos de Plantas de Revisión Técnica Tipos A2 y B de la Región Metropolitana, para los últimos 12 meses.

Esta Base está constituida por la información que registran las Plantas de Revisión Técnica (PRT) al momento de la revisión de los vehículos y se constituye esencialmente del siguiente tipo de información:

- Datos Generales.
- Datos Técnicos del Vehículos.
- Resultados.
- Datos Técnicos ASM.

Esta información a su vez se divide en aquella que es enviada y centralizada por el Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones en archivos XML y en aquellos datos técnicos que es obligatorio de registrar conforme la Resolución 1197/2007 y que queda en las bases de datos de la Planta.

## Bases de Datos PRT

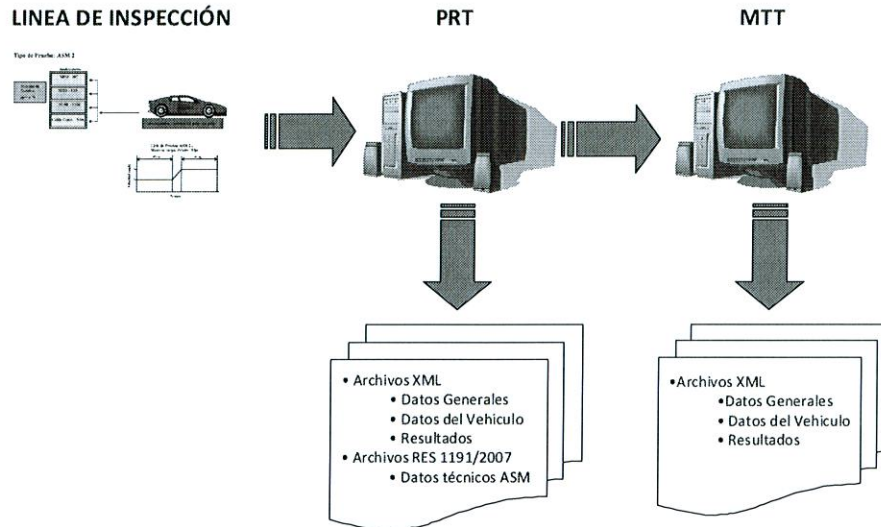


FIG. 27: DIAGRAMA BASE DE DATOS PRT

A efectos de poder realizar un análisis completo de la información se solicitó ambos conjuntos de información (Archivos XML y Archivos RES 1191/2007).

Las bases de datos que se entregaron al consultor presentaban distintos detalles en la conformación del número de campos que la integran, estos elementos fueron la falta de encabezados en los campos de las plantas de revisión de TUV, la duplicidad de varios campos en las plantas de TUV (la columna 88 es idéntica a la 89, y las columnas comprendidas entre la 90 y la 105 se duplican a partir de la columna 106), la existencia de campos extras (planta B-1313 de AUTOTEST que presenta campo CORR\_REVISION); así como la carencia de campos que se definen como “adicionales deseables” en el catalogo entregado al consultor por la autoridad.

Estas bases fueron adecuadas y puestas en un esquema homogéneo en cuanto a campos se refiere, para lo cual se eliminaron las pruebas cuya evaluación de emisiones no correspondieran a evaluaciones de gases realizados con el método de Aceleración Simulada, por lo cual se quitaron de las bases de datos aquellos registros correspondientes a las pruebas con protocolo de medición estático (fiscalización en ralentí y a 2,500 revoluciones por minuto), y las de Aceleración libre (fiscalización de opacidad o coeficiente de absorción de luz). La eliminación de registros se realizó de la siguiente forma:

- En el caso de las pruebas con protocolo estático de evaluación de emisiones, se utilizó el campo R\_CO\_RALENTI en el cual se filtraron todas las pruebas cuyo resultado fuese “1” ó “3” cuyo significado es aprobación o rechazo para el gas monóxido de carbono en prueba



realizada en ralenti. Todos los campos correspondientes a estas pruebas fueron eliminadas de las bases de datos.

Posteriormente se revisan los campos R\_HC\_RALENTI, R\_NOx\_RALENTI, R\_CO\_2500RPM, R\_HC\_2500RPM y R\_NOx\_2500RPM, en el caso de los campos en los que se encontraron resultados de emisión "1" o "3", se eliminaron todos los campos de dicho registro.

- En el caso de las pruebas de aceleración libre la cual aplica a unidades a diesel, se utilizó el campo R\_OPA\_MEDIDA en el cual se filtraron todas las pruebas cuyo resultado fuese "1" ó "3" cuyo significado es aprobación o rechazo para la medición del coeficiente de absorción de gas de escape vehicular. Todos los campos correspondientes a estas pruebas fueron eliminadas de las bases de datos.

Posteriormente se revisan los campos V\_OPA1, V\_OPA2, V\_OPA3, V\_OPA4, V\_OPA5 y V\_VALIDA\_OPA, y los campos en que se encontraba información de datos de coeficiente de absorción de luz y/o validación de la opacidad, fueron eliminados de la base de datos.

Asimismo, fueron eliminados de las base de datos todos aquellos registros que no presentaban información en valores de gases y que tampoco registraban resultado en la revisión de gases informado por la planta de revisión técnica.

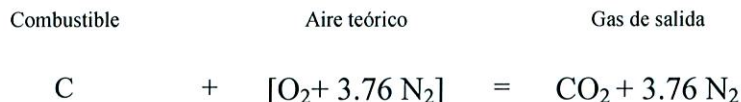
Los registros de mediciones que quedaron, fueron evaluados tanto en los campos relacionados con la aplicación de la ASM, evaluación que consistió en analizar tanto la forma en que se presentan los datos, como en la calidad de la información presentada. En los siguientes subcapítulos del informe se describen los elementos que, a juicio del consultor, deben ser revisados con mayor profundidad por la autoridad y, en su caso, solicitar las adecuaciones necesarias a las plantas de revisión técnica para asegurar una base de datos homogénea que facilite su revisión.

## 1.1. EMISIONES ALTAS DE DIÓXIDO DE CARBONO

Para cualquier combustible de composición permanente existe una constante definida como CO<sub>2</sub> máximo, el cual es independiente de las condiciones de combustión y representa el porcentaje teórico más alto de dióxido de carbono que se puede alcanzar en los gases de escape. Esta constante puede ser obtenida mediante la siguiente fórmula:

$$CO_2 \text{ máximo} = \frac{\text{moles de } CO_2 \text{ de una combustión perfecta}}{\text{moles de gases de escape en base seca de una combustión perfecta}} * 100$$

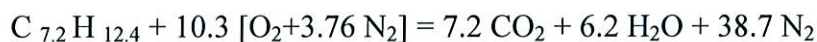
Para el carbón elemental, la ecuación de una combustión perfecta es:



por lo que:

$$\text{CO}_2 \text{ máximo} = \frac{1}{1 + 3.76} * 100 = 21.0\%$$

Las gasolinas son mezclas de muchos grupos de hidrocarburos, pero éstas se pueden caracterizar como si tuvieran una fórmula promedio C<sub>x</sub>H<sub>y</sub>, en donde, para una gasolina típica, “x” se encuentra entre 7 y 8; en tanto que “y” alcanza valores entre 12 y 17. Considerando una gasolina con composición C<sub>7.2</sub>H<sub>12.4</sub><sup>26</sup>, el CO<sub>2</sub> máximo esperado sería:



$$\text{CO}_2 \text{ Máx.} = \frac{7.2}{7.2 + 38.7} * 100 = 15.7\%$$

De esta forma, y asumiendo que la gasolina de Chile tiene esta composición o alguna otra que no permitiese superar los 15.7% de dióxido de carbono, ningún vehículo evaluado bajo el esquema de inspección – mantenimiento establecido en las PRT debería tener valores superiores al 15.7% en volumen ± el valor de tolerancia que se establece al banco óptico del equipo de verificación.

Considerando un valor de tolerancia del ±5% en lecturas de dióxido de carbono por parte del banco óptico, entonces el valor máximo esperado de CO<sub>2</sub> es de 16.5% en volumen. Este valor se compara con el dato reportado en las bases de datos de cada planta, tanto para el Modo 5015 como para el 2525 y se identifican aquellos resultados en los cuales el gas presenta valores más altos a los del límite teórico fijado.

Cabe señalar que, la base de datos que incluye registros entre el primero de enero y 11 de noviembre del 2008 del programa de verificación de emisiones de la Ciudad de México, registra

<sup>26</sup> Composición de gasolina descrita en el libro Material and Energy Balances, Alois Schmidt and Harvey List. Prentice Hall. Se decidió utilizar este dato porque se carece de información sobre la gasolina de Chile, y es un tipo de gasolina que permite obtener un valor alto de CO<sub>2</sub>, con lo que disminuye el margen de error en la evaluación.



valores de emisión de dióxido de carbono para el 90% de los autos último modelo que se ubican entre el 14.7% y el 15.4% en volumen de dicho gas, siendo 15.8% el valor máximo registrado.

Lo anterior muestra que aún el 16.5% considerado para descartar pruebas de la base de datos resulta ser muy alto, pero al ser técnicamente posible, se mantendrá dicho valor como elemento de corte.

	CO2_5024	HC_5024	CO_5024	O2_5024	NOX_5024	CO2_2540	HC_2540	CO_2540	O2_2540	NOX_2540
Percentil 10	14.7	22	0.06	0.2	130	14.7	24	0.06	0.1	91
Percentil 20	14.8	13	0.03	0.1	33	14.8	15	0.03	0.1	22
Percentil 30	14.9	9	0.02	0.1	13	14.9	11	0.02	0.1	10
Percentil 40	15	7	0.01	0	7	15	8	0.02	0	6
Percentil 50	15.1	6	0.01	0	4	15.1	6	0.01	0	4
Percentil 60	15.1	3	0.01	0	2	15.1	5	0.01	0	2
Percentil 70	15.2	2	0.01	0	1	15.2	2	0.01	0	1
Percentil 80	15.3	1	0.01	0	0	15.3	1	0.01	0	0
Percentil 90	15.4	0	0	0	0	15.4	1	0	0	0

**TABLA 31: VALORES DE EMISIÓN EN AUTOS NUEVOS EN LA CIUDAD DE MÉXICO**

En el caso de la emisión máxima para el gas licuado de petróleo y el gas natural, se tienen valores de 11.7% y 13.9% respectivamente (considerando al gas natural como CH<sub>4</sub> y al gas licuado de petróleo como un 50% propano y 50% butano).

## 1.2. RESULTADOS DE DIÓXIDO DE CARBONO ALTO

El número total de mediciones de emisiones vehiculares es de 920,986 pruebas, de las cuales 30,539 presentaron problemas de dióxido de carbono alto, lo cual significa que el 3.3% de las pruebas presentan valores de emisión no confiables. Es importante señalar que el porcentaje de pruebas está sesgado y podría incrementarse dado lo siguiente:

- Los registros de dióxido de carbono en la fase 2525 para las plantas B1307, B1308, B1309, B1310, B1312, B1314 y B1315 presentan valores de cero en el 100% de sus pruebas, situación que evidentemente refleja un error de captura de la información real de este gas. De esta forma, resulta altamente probable que en 408,442 registros en cero podrían ocultar la existencia de valores altos e imposibles de dióxido de carbono. Considerando sólo los valores con registro de CO<sub>2</sub> distinto de cero (512,544), se obtiene que el porcentaje de datos no confiables asciende a 6%.

- Existen vehículos con dos o más pruebas en revisión técnica, en donde se duplican los valores obtenidos en una sola prueba de revisión de gases contaminantes, de esta forma, existe duplicidad en pruebas cuyo resultado en cuanto al dióxido de carbono es correcto, situación que impacta en el resultado final respecto al porcentaje de pruebas con resultado imposible de dióxido de carbono.

No obstante y a pesar del posible sesgo existente, se decidió realizar el reporte sobre las observaciones identificadas en la totalidad de la base de datos, aunque se aclara que para el caso de la evaluación de los límites máximos permisibles, se realizó una limpieza profunda de dicha base de datos para eliminar duplicados y valores imposibles de ocurrir.

La siguiente tabla muestra la distribución de valores altos de dióxido de carbono para cada una de las plantas de revisión técnica, en donde destacan tanto las tres plantas que presentan menos de 10 registros de este tipo como las seis plantas que presentan más de 2,000 registros en periodos de tiempo muy similares.

PLANTA	APROBADO	RECHAZADO	CONDICIONAL	SIN DATO	TOTAL	% TOTAL
A21301	3	0	0	0	3	0.01
A21306	599	31	0	357	987	4.47
A21311	182	4	0	18	204	0.84
A21316	147	3	0	0	150	1.32
A21322	0	0	0	0	0	0.00
B1302	105	6	0	0	111	0.16
B1303	203	13	0	0	216	0.40
B1304	128	4	0	0	132	0.22
B1305	78	10	0	0	88	0.19
B1307	354	22	0	171	547	1.34
B1308	3,358	75	0	1,432	4,865	7.23
B1309	3,383	36	0	1,104	4,523	5.30
B1310	4,606	352	0	2,353	7,311	12.7
B1312	2,268	113	0	747	3,128	9.70
B1313	1,814	53	0	280	2,147	5.50
B1314	2,506	62	0	636	3,204	5.58
B1315	293	4	0	91	388	1.32
B1317	317	12	0	0	329	0.67



PLANTA	APROBADO	RECHAZADO	CONDICIONAL	SIN DATO	TOTAL	% TOTAL
B1318	738	39	1	0	778	1.68
B1319	771	62	1	0	834	2.00
B1320	491	67	0	0	558	1.16
B1321	3	4	0	0	7	0.09
B1322	21	8	0	0	29	0.44
Totales	22,368	980	2	7,189	30,539	3.32%
% Totales	73.2%	3.2%	0.0%	23.5%	100%	

**TABLA 32: EMISIONES ALTAS DE DIÓXIDO DE CARBONO POR PLANTA**

Una situación que se observa en la tabla es que el 96.7% de las malas mediciones de dióxido de carbono ocurrieron en vehículos que presentan resultado aprobatorio en la prueba de emisión de gases o que no le fue asignado un resultado dado que, siendo aprobatoria la prueba de gases, existió reprobación en la prueba de condiciones de seguridad. Tan sólo el 3.3% restante fueron pruebas que concluyeron con un rechazo al vehículo, cifra que es inferior a la tasa de rechazo para el conjunto del parque y que alcanzó el 7.1 %.

Cabe señalar que la mala lectura de dióxido de carbono, cuando esta ocurre por condensación de agua en el banco<sup>27</sup>, puede estar acompañada por una mala lectura de los otros gases fiscalizados (situación que no resulta tan obvia como con el CO<sub>2</sub>), dado lo anterior, resulta imposible conocer si alguno de los vehículos rechazados debió haber sido aprobado o viceversa.

Los valores imposibles en la medición del dióxido de carbono son un reflejo de la mala operación del equipo analizador de gases, situación que puede tener su origen en varios elementos que a continuación se describen:

1. Condensación de agua en el banco óptico. De acuerdo a la experiencia del programa de verificación de emisiones de la Ciudad de México, la condensación de agua en el banco óptico propicia malas lecturas de emisiones, situación que generalmente se observa en valores altos de emisiones de dióxido de carbono (los otros gases también son afectados pero resulta más complicado detectar su mala medición).

El manual del banco de la marca Sensors<sup>28</sup> indica a la letra “Condensation in the bench has to be avoided, therefore the relative humidity must be below 98% non - condensing. In case the bench reports a condensation condition, it is recommended to shut the sample pump off

<sup>27</sup> La presunción de humedad en la celda de medición es onistente con problemas de humedad detectados en algunos equipos analizadores.

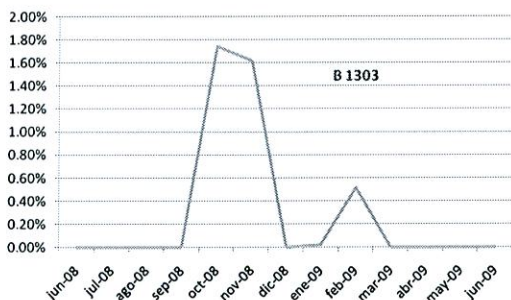
<sup>28</sup> Hardware Interface Version 1.00, AMB II 9270-054. Sensors Inc.

until this condition is cleared”. No se cuenta con los manuales de las otras marcas de bancos que se utilizan en el programa de revisión de emisiones vehiculares en Chile, pero seguramente existe una condición de operación similar relacionada a la interferencia que el agua genera en sus lecturas.

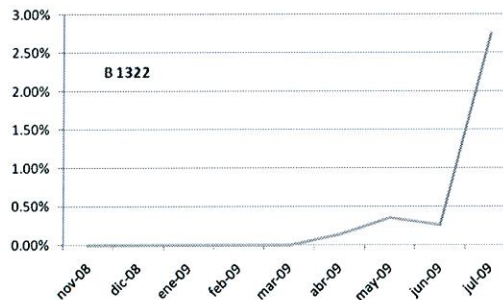
2. Mala operación del software: Es posible que el software de los equipos esté registrando valores distintos a los realmente medidos, lo cual es imposible evaluar a través del análisis de la base de datos. Sin embargo, la evaluación de otros parámetros tales como dióxido de carbono por debajo de lo posible (ver punto XXX de este informe), muestra con claridad que el software de algunas plantas registra datos distintos a los medidos (por lo menos en cuanto a dióxido de carbono bajo se refiere).
3. Manipulación del banco óptico que propicie lecturas por encima de lo teóricamente posible, situación que se estima poco probable toda vez que en Chile, el resultado del dióxido de carbono no condiciona el resultado de la prueba de verificación de emisiones.

Con el objeto de intentar conocer la causa de los valores altos de dióxido de carbono, se realizó un análisis de la frecuencia con que se presentaron estos datos mes a mes en cada planta de revisión técnica, datos que se presentan en su totalidad en el **Anexo 9**.

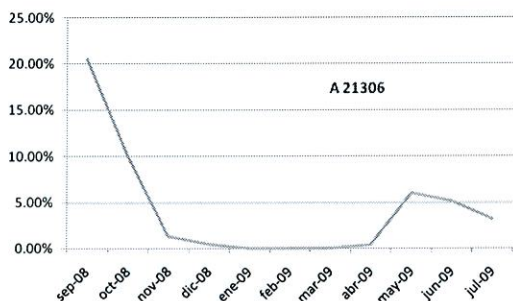
% DE CO2 ALTO EN PLANTA B 1303



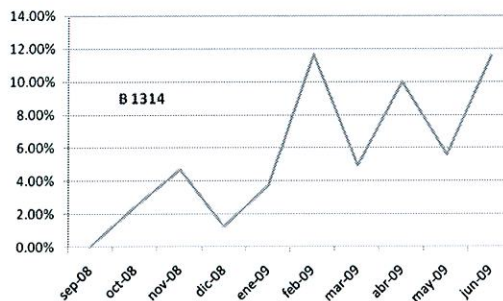
% DE CO2 ALTO EN PLANTA B 1322



% DE CO2 ALTO EN PLANTA A 21306



% DE CO2 ALTO EN PLANTA B 1314





Las cuatro plantas presentadas en estos gráficos corresponden a cuatro concesiones distintas APPLUS (B 1303), AUTOTEST (B 1314), SGS (A2 1306) y KING (B 1321). La información que presentó la concesión TÜV presenta un formato de fecha que impide realizar este tipo de análisis.

La planta B1303 presentó problemas en octubre, noviembre y febrero, al analizar el mes de octubre, se aprecia que las mediciones ilógicas se presentaron básicamente los días 28, 29 y 30 de dicho mes, situación que permite suponer fallas en el equipo que fueron superadas en cuanto el mismo recibió mantenimiento (esto se podría corroborar al revisar la bitácora de mantenimiento del equipo), ó cuando se eliminó el agua del banco de medición de forma natural (asumiendo que la humedad fuese la causa del problema).

En el caso de la planta B1322 se encuentra algo parecido a la B1303 con la diferencia que el problema no presentó solución durante el mes de julio del 2009, fecha en la que registran el 80% del total de sus datos imposibles.

La planta A21306 presenta sus dos primeros meses de operación con problemas en la lectura de dióxido de carbono, posteriormente se presentan varios meses sin solo datos erróneo y a partir de mayo, nuevamente registra alto número de mediciones con emisiones imposibles de CO<sub>2</sub>

Dado los datos, podría suponerse que el arreglo de toma de muestra de estos equipos presentaba un problema en su diseño, lo cual repercutió en la condensación de agua en el banco al principio de la operación de la planta, situación que fue corregida, pero a mediados del semestre pasado, pudo haberse presentado una nueva falla que propició el registro de datos erróneos nuevamente (podría ser por falta de mantenimiento adecuado).

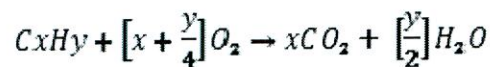
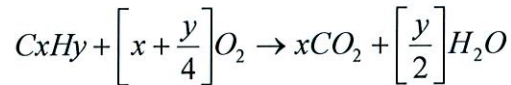
La planta B1314 presenta el problema de forma prácticamente constante en todos los meses de operación, lo cual puede ser una señal de un mal diseño y/o operación del sistema de toma de muestra, el cual no está reteniendo la humedad presente en el gas de escape o tiene problemas con la bomba de purga del sistema.

Es importante señalar que el valor de 16.5% elegido como valor máximo posible de dióxido de carbono es muy alto y se escogió para asegurar la elección de pruebas con resultados imposibles de ocurrir. Sin embargo y de acuerdo a la experiencia en el programa de Ciudad de México, los datos de dióxido de carbono deben ser menores a 16%, por ejemplo, la planta A21301 sólo presenta cuatro datos de 23,648 pruebas con valores de dióxido de carbono por arriba del 15.9% en volumen.

En el caso de los vehículos a gas licuado de petróleo y gas natural, se decidió darles el trato de unidades a gasolina toda vez que tan sólo se presentan cinco pruebas a unidades dedicadas a gas licuado de petróleo y seis a unidades de gas natural; respecto a los vehículos duales gasolina-glp se encontraron 7,611 pruebas así como 2,924 unidades duales gasolina-gn.

### 1.3. EMISIONES BAJAS DE DIÓXIDO DE CARBONO

Tal como se analizó en el apartado llamado “emisiones altas de dióxido de carbono” existe un valor máximo de este gas para cada combustible, el cual se caracteriza por haberse generado en un proceso de combustión completa en donde no existe generación de contaminantes (HC y CO). La combustión completa o perfecta para un combustible de composición  $C_xH_y$  está dada por la siguiente fórmula:



Obsérvese que en la formula no se presenta la generación de monóxido de carbono, hidrocarburos u óxidos de nitrógeno. Sin embargo, la combustión completa no es posible obtenerla durante el proceso de combustión de los motores, por lo que la emisión de un vehículo siempre estará integrada por  $CO_2$  y algunos o todos los siguientes gases  $CO$ ,  $HC$ ,  $NO_x$  y  $O_2$ . En el gráfico se observa la relación existente en los distintos gases proveniente de un motor de combustión interna a gasolina.

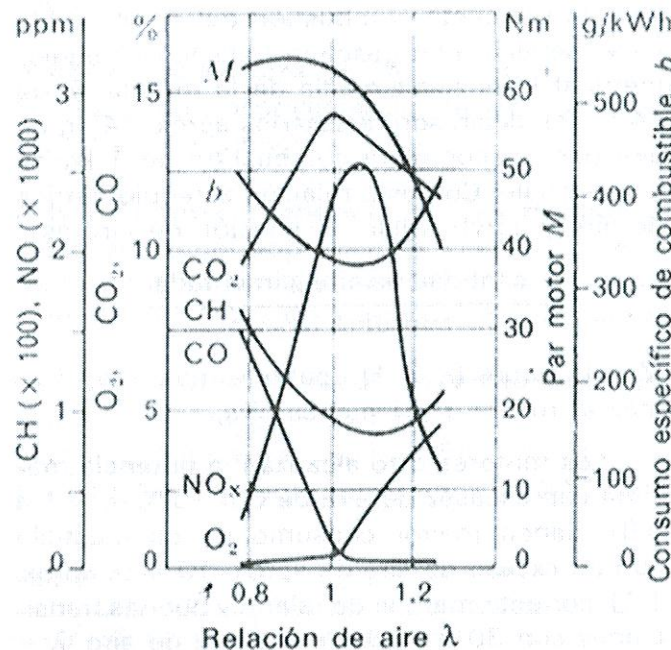


FIG. 28: EMISIONES VEHICULARES A DISTINTAS RELACIONES AIRE-COMBUSTIBLE



En el gráfico anterior se observa con claridad que conforme la mezcla aire combustible se aleja de lambda "1" (14.7 partes de aire por una de gasolina), se reduce la formación y emisión del dióxido de carbono, presentando un valor mínimo de dióxido de carbono cercano al 9.5% en volumen. Obsérvese que la gráfica sólo incluye valores de lambda que van de 0.8 a 1.2, situación que responde al hecho que éste es el rango operable de los motores ciclo Otto.

En un análisis realizado con un sistema de evaluación a distancia en la Ciudad de México se midieron alrededor de 10,826 vehículos ligeros de uso particular bajo condiciones de circulación reales, incluyendo unidades fabricados en los 70's, 80's, 90's y en la presente década, se obtuvo un valor de dióxido de carbono de 8.14% como valor mínimo y fue para un vehículo de carburación.

Dado lo anterior, y con objeto de detectar a los vehículos con valores bajos de dióxido de carbono imposibles de ocurrir, se revisaron aquellos vehículos en donde se registraron mediciones de dióxido de carbono menor a 7%, bajo el supuesto que dicha emisión es un indicador de una mala operación del banco de medición, toda vez que ningún vehículo a gasolina con un valor tan bajo de CO<sub>2</sub> tendría la potencia suficiente para realizar una prueba tan demandante como la ASM.

## 1.4. RESULTADOS DE DIÓXIDO DE CARBONO BAJO

El número total de mediciones de emisiones vehiculares a unidades a gasolina es de 906,218 pruebas, de las cuales 462,581 presentaron problemas de dióxido de carbono bajo, lo cual significa que el 51.05% de las pruebas presentan valores de emisión imposibles de ocurrir.

No obstante lo anterior, resulta importante resaltar que 408,412 registros de las plantas B1307, B1308, B1309, B1310, B1312, B1313, B1314 y B1315 presentan valores de cero en el 100% del modo de prueba 2525 de las mediciones de emisiones realizadas; al sumar los registros en cero de las otras plantas, se alcanza un gran total de los 458,221 con emisiones de dióxido de carbono en cero en alguna de las fases del protocolo ASM. Éstos valores en cero pueden corresponder a problemas en el registro del valor en la base de datos

Dado lo anterior, tan sólo 4,360 pruebas (0.48%) presentan valores de dióxido de carbono bajo pero distinto a cero.

PLANTA	BAJAS	CERO	DIFERENCIA
A21301	0.0%	0.0%	0.0%
A21306	1.21%	0.99%	0.23%
A21311	0.45%	0.15%	0.31%
A21316	2.00%	0.95%	1.05%
A21322	3.25%	0.41%	2.85%
B1302	0.05%	0.0%	0.05%

PLANTA	BAJAS	CERO	DIFERENCIA
B1303	0.02%	0.01%	0.01%
B1304	0.04%	0.0%	0.04%
B1305	0.06%	0.0%	0.05%
B1307	100%	100%	0.0%
B1308	100%	100%	0.0%
B1309	100%	100%	0.0%
B1310	100%	100%	0.0%
B1312	100%	100%	0.0%
B1313	100%	100%	0.0%
B1314	100%	100%	0.0%
B1315	100%	100%	0.0%
B1317	23.86	21.81%	2.05%
B1318	24.24	22.6%	1.64%
B1319	34.71	33.48%	1.23%
B1320	31.45	29.48%	1.96%
B1321	8.42	0.61%	7.80%
B1322	1.79	0.32%	2.85%
Totales	462,581	458,221	4,360
% Totales	51.05%	50.56%	0.48%

**TABLA 33: EMISIONES BAJAS DE DIÓXIDO DE CARBONO POR PLANTA**

Los elementos destacables de esta tabla son, a juicio del consultor, los siguientes:

- La existencia de datos en cero de dióxido de carbono en las plantas B de SGS y AUTOTEST. Un análisis en cada planta muestra que el valor de cero se presenta en el 100% de los registros en la fase 2525 de la prueba, situación que evidentemente se debe a un problema de registro del software, dado que esas pruebas muestran resultados de lambda el cual se calcula utilizando al CO<sub>2</sub> como divisor, por lo que necesariamente debió haberse medido un valor superior al cero.
- La diferencia en el comportamiento del software en las plantas “A” de las empresas de SGS y AUTOTEST en donde si se registra adecuadamente el valor del dióxido de carbono.
- Las plantas que presentan registros en cero de dióxido de carbono pero no en el 100% de sus registros. Al respecto, las plantas de TUV presentan registros cero en las dos fases de la prueba ASM además de presentar registros nulos en el resultado de lambda.



En el caso de las plantas de KING pareciera ser un error de registro de software, aquí ese error se presenta de forma eventual y no constante.

- Los registros bajos pero superiores a cero, los que muestran una mala operación del sistema de evaluación de emisiones.

La existencia de datos de dióxido de carbono en cero es un error grave que debe ser corregido cuanto antes y su causa seguramente estriba en una mala operación de software que registra de forma incorrecta la información medida por el banco del equipo.

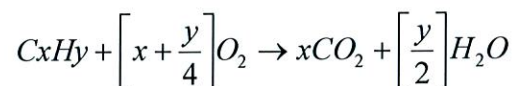
No obstante a lo anterior, no debe ser descartada la posibilidad de lecturas en cero mal realizadas directamente en el banco, lo cual puede deberse a una mala operación del sensor de oxígeno o del sistema de autocero del equipo.

En el caso de los resultados en donde el dióxido de carbono es superior a cero pero con valores bajos (por debajo de 7%) es posible establecer la hipótesis de una mala operación del equipo (dado que los autos a gasolina no pueden operar en una prueba ASM con una regulación tan mala de la mezcla aire – combustible que propiciaría valores bajos de CO<sub>2</sub>).

Otra posibilidad por la cual los vehículos presenten valores bajos de dióxido de carbono es que se hayan probado unidades a gas pero reportándolos como de gasolina, en cuyo caso si es factible un valor de 7% o un poco menos de dióxido de carbono; o que los vehículos a gasolina se presenten en pésimas condiciones operativas y que el sistema no aplique carga (razón por la cual el auto puede culminar la prueba ASM).

## 1.5. EMISIONES ALTAS DE OXÍGENO

Como se mencionó anteriormente, una combustión completa teórica ocurre cuando se mezcla de forma estequiometrica combustible y oxígeno, de acuerdo a la siguiente ecuación:



El gráfico presentado anteriormente en donde se relaciona la emisión de gases respecto a la relación aire – combustible, muestra un valor máximo de oxígeno que no sobrepasa el 5% en volumen, situación que ocurriría de tener una mezcla altamente empobrecida (superior a 1.2). Un empobrecimiento tan alto de la mezcla aire-combustible propiciaría problemas de arranque en frío, generaría problema de potencia y aceleración, además de motivar apagones del motor durante su operación en ralentí.

Los vehículos probados bajo protocolo ASM y que presentan lambdas empobrecidos mayores a 1.2, son altamente forzados en su operación, situación que provoca sobrecalentamiento y, comúnmente, derramamiento del líquido anticongelante.

Con la finalidad de tener certeza absoluta en la determinación de pruebas que presentan valores de emisión de oxígeno imposibles de ocurrir, se eligió el valor de 7% en volumen en dicho gas; de forma tal que cualquier registro por encima de este valor, es considerado como un problema en la base de datos.

## 1.6. RESULTADOS DE OXÍGENO ALTO

En la base de datos se encontraron 21,631 pruebas de emisiones con esta condición, lo cual representa un 2.35% del total de pruebas evaluadas. Cabe mencionar que algunas de estas pruebas presentan valores superiores al 21% de oxígeno, lo cual es imposible dado que el contenido de oxígeno en el aire es del 20.9 (en estos casos es evidente una mala operación del sistema de medición de oxígeno del equipo).

En este análisis, a diferencia de lo visto con el análisis de dióxido de carbono, las plantas del grupo KING (B1321, B1322 y A21322) son las que mayores problemas de emisiones altas de oxígeno presentan. Las plantas A21316 y B1315 también presentan porcentajes de oxígeno alto que superan los diez puntos porcentuales.

PLANTA	APROBADO	RECHAZADO	CONDICIONADO	SIN DATO	TOTAL	% TOTAL
A21301	24	1	0	0	25	0.11
A21306	73	6	0	44	123	0.56
A21311	143	3	0	21	167	0.69
A21316	1,736	155	2	0	1,893	16.69
A21322	24	7	0	0	31	12.60
B1302	535	40	0	0	575	0.82
B1303	214	20	0	0	234	0.43
B1304	222	29	0	0	251	0.41
B1305	502	49	0	0	551	1.22
B1307	214	14	0	134	362	0.89
B1308	291	18	0	130	439	0.65
B1309	712	11	0	242	965	1.13
B1310	379	30	0	222	631	1.10
B1312	581	17	0	165	763	2.39
B1313	163	5	0	25	193	0.49
B1314	530	50	0	93	673	1.17
B1315	3,464	366	0	567	4,397	14.95



PLANTA	APROBADO	RECHAZADO	CONDICIONADO	SIN DATO	TOTAL	% TOTAL
B1317	2,453	252	1	0	2,706	5.49
B1318	1,111	113	5	0	1,229	2.65
B1319	1,13	96	3	0	1,229	2.95
B1320	2,168	325	5	0	2,498	5.17
B1321	788	266	0	0	1,054	13.16
B1322	442	200	0	0	642	9.64
Totales	17,899	2,073	16	1,643	21,631	2.35
% Totales	82.7%	9.6%	0.1%	7.6%	100%	

TABLA 34: EMISIONES ALTAS DE OXÍGENO POR PLANTA

Los valores altos de oxígeno pueden deberse a una mala operación del sensor de oxígeno en el equipo de medición de emisiones vehiculares o por intrusión de aire en el sistema de muestra (puede haber problemas con la hermeticidad del sistema). Resulta complicado determinar, con sólo analizar la información que contienen las bases de datos actuales, cuál de los problemas mencionados es el que está ocurriendo en las distintas plantas de revisión técnica.

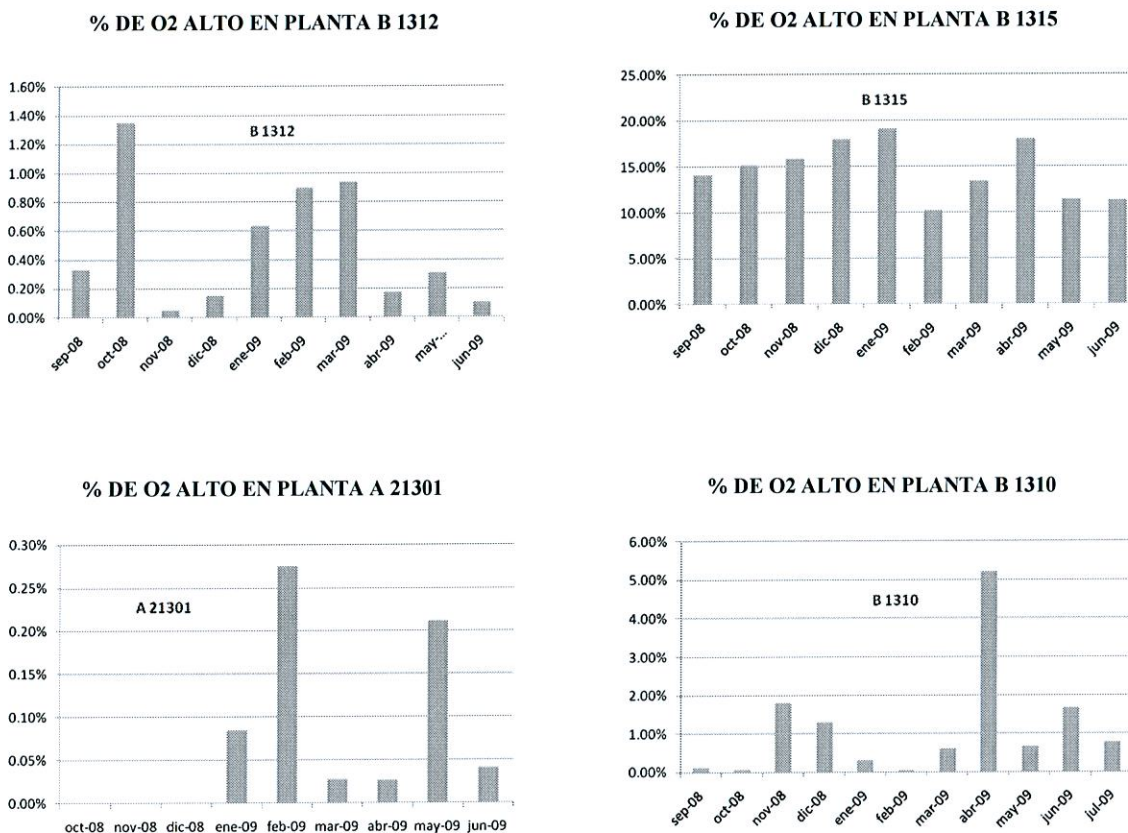


FIG. 29: % DE O2 ALTO EN PLANTA

Los gráficos anteriores muestran los problemas que algunas de las plantas presentaron mes a mes respecto a lecturas altas de oxígeno (en el Anexo 10 se muestran los datos de todas las plantas).

Las plantas B1312, B1310 y A21301 presentan meses en los que se registraron pocos datos de oxígeno alto e incluso hubo meses en las que no se presentó ni un sólo caso, sin embargo, en otros meses se registraron varios eventos de oxígeno alto llegando a ocupar un 5% del total de las pruebas realizadas. Dado este comportamiento, resulta altamente probable que en esta planta haya ocurrido un problema de mantenimiento del sensor de oxígeno.

Para el caso particular de las plantas con pocos datos de oxígeno alto, estos pueden estarse presentando en aquellos vehículos con doble escape en donde es posible que la sonda auxiliar no tenga un sistema de conexión hermético y que por ahí se filtre aire que esté afectando la medición de los contaminantes en el gas de escape.

La planta B1315 presenta altos porcentajes de emisiones altas de oxígeno en todos los meses de operación situación que permite formular la hipótesis de un problema de intrusión de aire al analizador de gases del equipo.

En un análisis más estricto respecto a los datos de oxígeno, se encuentran algunos parámetros que hacen ver la mala operación del equipo en cuanto a la medición del oxígeno, por ejemplo, la existencia de pruebas con alto registro de oxígeno en una fase y bajo registro en la siguiente, o unidades nuevas que en su prueba de emisión registran altos valores de oxígeno en su medición.

PLANTA	PLACA	RESULTADO	FECHA	O2	O2
			REVISION	5015	2525
B1303	WC-9712	A	06/05/2009	10.08	0
B1304	NS-5642	A	27/05/2009	9.82	0
B1315	YE-9041	A	13/04/2009	9.62	0.01
B1302	WC-9057	A	30/10/2008	7.43	0.01
A21311	RF-5683	A	27/04/2009	7.34	0

**TABLA 35: EJEMPLOS DE EMISIONES DE OXÍGENO CON MUCHA DIFERENCIA EN FASES ASM**

Los ejemplos de la tabla de arriba, muestran unidades que en la primera fase de la prueba ASM presentan valores de oxígeno imposibles de ocurrir e inmediatamente después pasan a tener valores de oxígeno tendientes a cero, situación que resulta ilógica dado que eso equivaldría a



que el vehículo fue modificado en su relación aire-combustible durante el proceso y desarrollo de la prueba ASM. Los ejemplos elegidos muestran pruebas con resultados aprobatorios y en distintos meses de operación del sistema.

FECHA	PLANTA	RESULTADO	PLACA	CO	CO	CO2	CO2	O2	O2
				5015	2525	5015	2525	5015	2525
26/02/2009	A21316	A	BCSS21	0.19	0.14	8.92	7.86	8.96	9.61
01/12/2008	B1314	A	BVJY54	0.01	0.01	15	0	6.27	6.25
19/05/2009	A21322	A	BVYX96	0	0.21	12.59	13	3.02	2.91
26/06/2009	A21311	A	BJYZ63	0.03	0.01	11.47	11.58	4.65	4.45
22/04/2009	A21306	A	BZBL95	0.01	0.01	11.6	11.7	4.71	4.65
20/05/2009	A21301	A	BJYT-66			12.12	12.12	6.51	6.51

**TABLA 36: EJEMPLOS DE EMISIONES ALTAS DE O2 EN UNIDADES NUEVAS**

La tabla anterior muestra algunos ejemplos de vehículos modelo 2009 los cuales presentaron altos valores de oxígeno en su medición en ASM. Si consideramos que un vehículo nuevo presenta sistemas computarizados de control de la mezcla aire combustible y un convertidor catalítico que reduce hasta en un 95% las emisiones de monóxido de carbono (para lo cual utiliza el oxígeno presente en la emisión en tubo de escape), por lo que resultados de oxígeno tan altos en unidades nuevas equivaldría a una pésima operación de los sistemas de control electrónico de los autos y un convertidor catalítico inoperante.

## 1.7. EMISIONES CON BALANCE DE MASA EXTRAÑO

La normativa en México establece que las pruebas realizadas bajo protocolo ASM deben propiciar un resultado de emisión de gases cuya sumatoria del dióxido de carbono y monóxido de carbono se ubique entre los límites de 13% a 16.5% en volumen<sup>29</sup>.

Adicionalmente y como elemento de seguimiento al programa de verificación de emisiones vehiculares en la Ciudad de México, se realiza una evaluación en donde la sumatoria del dióxido de carbono, monóxido de carbono y oxígeno debe ubicarse entre 14% y 17%<sup>3</sup>, de lo

<sup>29</sup> Esta situación aplica sólo a unidades a gasolina. Para el caso de unidades a gas natural o gas licuado de petróleo aplican límites de 7 a 18% en volumen.

contrario la prueba debe volver a realizarse en otra línea de verificación de emisiones. Cuando se presentan dos pruebas con resultados por encima o por debajo de los límites establecidos, en una misma línea y en un mismo día, el concesionario está obligado a cerrar la línea de verificación, a calibrarla y a solicitar auditoría de calibración.

La efectividad de este método es alta para detectar equipos operando incorrectamente ya que en el caso de los vehículos a gasolina que presentan emisiones de monóxido de carbono aprobatorias la sumatoria de los tres gases nunca estará fuera del rango mencionado. Considerando vehículos cuyo monóxido de carbono se encuentre muy por arriba del límite de aprobación, entonces existe la posibilidad que la sumatoria de gases se encuentre ligeramente arriba del 17%.

Para este estudio se aplicó el algoritmo de revisión en las bases de datos generadas en las plantas de revisión técnicas de Santiago a unidades a gasolina que verificaron emisiones usando el protocolo ASM y considerando únicamente la fase de revisión 5015 (para evitar el incluir los registros en cero de dióxido de carbono).

### 1.7.1. RESULTADOS DE BALANCE DE MASA INUSUALES

Los resultados obtenidos muestran 78,054 registros en donde la sumatoria de los tres gases se encuentra fuera de rango, lo cual representa un 8.61% de las pruebas totales a gasolina.

PLANTA	APROBADO	RECHAZADO	CONDICIONAL	SIN DATO	TOTAL	% TOTAL
A21301	0	0	0	0	0	0.0%
A21306	603	41	0	411	1,055	0.1%
A21311	4,606	276	0	1,047	5,929	0.7%
A21316	1,479	145	2	0	1,626	0.2%
A21322	69	52	0	0	121	0.0%
B1302	1,097	331	0	0	1,428	0.2%
B1303	560	272	0	0	832	0.1%
B1304	590	374	0	0	964	0.1%
B1305	1,048	312	0	0	1,360	0.2%
B1307	683	133	0	529	1,345	0.1%
B1308	3,732	201	0	1,813	5,746	0.6%
B1309	4,015	108	0	1,391	5,514	0.6%
B1310	6,154	703	0	3,559	10,416	1.1%



PLANTA	APROBADO	RECHAZADO	CONDICIONAL	SIN DATO	TOTAL	% TOTAL
B1312	2,784	203	0	939	3,926	0.4%
B1313	2,283	176	0	433	2,892	0.3%
B1314	3,890	309	0	972	5,171	0.6%
B1315	3,794	541	0	760	5,095	0.6%
B1317	6,439	821	2	0	7,262	0.8%
B1318	2,453	457	6	0	2,916	0.3%
B1319	2,093	377	5	0	2,475	0.3%
B1320	4,027	925	10	0	4,962	0.5%
B1321	2,900	1,186	0	0	4,086	0.5%
B1322	1,788	1,145	0	0	2,933	0.3%
Totales	57,087	9,088	25	11,854	78,054	8.6%
% Totales	73.1%	11.6%	0.03%	15.2%	100%	

**TABLA 37: EMISIONES FUERA DE RANGO EN SUMATORIA CO + CO2 + O2**

Lo anterior obedece a que el sistema actual de medición de emisiones requiere de algoritmos de validación o seguimiento de resultados de emisiones en plantas de revisión técnica y evitar que se produzcan resultados imposibles de ocurrir.

Obsérvese que los resultados de la sumatoria de los tres gases presenta 78,054 pruebas cuyos valores de emisión son imposibles de ocurrir, para el caso de dióxido de carbono alto la cifra fue de 30,539 pruebas, para el dióxido de carbono bajo fue de 4,360 (eliminando el problema de los datos en cero), y para el caso de oxígeno alto el registro fue de 21,631 casos.

Lo anterior muestra que la evaluación de la sumatoria de los gases permite detectar los problemas de los gases analizados por separado, además de otros problemas que al hacer el análisis por separado no necesariamente se detectan. A continuación se presentan algunos ejemplos de este problema:

PLACA	CO	CO2	O2	CO	CO2	O2
	5015	5015	5015	2525	2525	25252
KR4388	0.1	15.6	15.3	0.05	15.1	0.04
TB7366	12.5	2.7	11.7	12.3	2.6	12.1
NS5677	1.19	15.9	0.08	0.37	15.4	0.03

\* Datos en planta B1317

**TABLA 38: REGISTROS CON EMISIONES IMPOSIBLES**

El primer registro presenta emisiones de oxígeno cercanas a 15.3% lo cual resulta imposible porque el contenido de este gas en el aire es de 21%, lo cual indicaría que el oxígeno del aire prácticamente no fue utilizado en el proceso de combustión. Ese mismo registro presenta un dióxido de carbono mayor a 15% lo cual significa que hubo una buena combustión de la gasolina, por lo que debió haberse utilizado prácticamente todo el oxígeno para alcanzar estos niveles de CO<sub>2</sub>.

Además, debe observarse el segundo registro de oxígeno en la misma prueba, el cual bajó a un valor de 0.04%, lo cual es un valor estequiométricamente correcto de acuerdo a los valores de CO<sub>2</sub> en la prueba, lo cual muestra el error que se presenta en las lecturas de la primer fase en la prueba.

El segundo registro muestra valores de monóxido de carbono y oxígeno muy elevados lo cual es ilógico ya que no es posible tener una mezcla aire combustible altamente enriquecida y altamente empobrecida al mismo tiempo.

El tercer registro no resulta tan obvio el problema existente, pero obsérvese el primer registro de CO el cual es superior 1% lo cual no corresponde a un dióxido de carbono superior a 15%, situación que se aprecia en la segunda fase de prueba cuando el valor de monóxido de carbono baja 0.37 el cual resulta estequiométricamente más lógico.

## 1.8. FACTOR DE CORRECCIÓN DE ÓXIDOS DE NITRÓGENO

El protocolo de prueba de aceleración simulada permite la evaluación de los óxidos de nitrógeno que generan y emiten los motores ciclo Otto. La medición de este gas en los equipos ASM debe ser corregido por la humedad en el ambiente, la fórmula para realizar esta corrección es:

$$FNO_x = \frac{1}{1 - 0.0047(H - 75)}$$

En donde “H” es la humedad absoluta y puede ser calculada a través de la siguiente fórmula:

$$H = \frac{(43.478)Ra * Pd}{Pb - \left( Pd * \frac{Ra}{100} \right)}$$

En donde “Ra” es la humedad relativa en el ambiente (la cual se mide en la estación meteorológica de cada Planta), “Pb” es la presión barométrica (medida en Planta) y “Pd”



representa la presión de vapor saturado, misma que se obtiene a partir de la temperatura medida en Planta y utilizando la siguiente expresión:.

$$P_b = [4,586884 T_a * 0,2660089 T_a^2 * 0,01688919 T_a^4 * 0,0000081052 T_a^3 * 0,00007477 E2 - T_a^5 * 0,00000003 E22]$$

Lecturas erróneas en temperatura, presión barométrica o humedad, modifican el resultado del factor de corrección de los óxidos de nitrógeno, el cual a su vez, afecta el valor final de los óxidos de nitrógeno pudiendo inducir error en el resultado aprobatorio o de rechazo de las pruebas de emisiones.

### 1.9. RESULTADOS DE REGISTROS ALTOS DE TEMPERATURA

El clima de la ciudad de Santiago corresponde a un clima templado - cálido con lluvias invernales y estación seca prolongada, su temperatura varía a lo largo del año, pasando de una media de 20 °C durante el mes de enero a los 8 °C de junio y julio. El verano en Santiago es caluroso, llegando con facilidad a sobrepasar los 30 °C con un máximo histórico registrado de 37,2°C en 1915, mientras que en los meses de otoño e invierno la temperatura se sitúa algo más bajo a los 10 °C; en esos días la temperatura puede bajar levemente de los 0 °C, especialmente durante la madrugada, siendo su mínimo histórico de -6,8 °C en 1976.

Considerando la temperatura máxima antes mencionada, se realizó un análisis de las bases de datos, asumiendo que valores mayores a 40 °C son irreales; los resultados muestran una gran cantidad de registros de temperatura irreales en las Plantas B1307, B1308, B1309, B1310 y B1313, lo cual contrasta con los resultados para los mismos meses en otras Plantas en las que no se registra un solo resultado con temperaturas por arriba de los 40 grados.

PLANTA	06-ago	07-ago	08-ago	09-ago	10-ago	11-ago	12-ago	01-sep	02-sep	03-sep	04-sep	05-sep	06-sep	07-sep
A21301					0	0	0	0	0	0	0	0	0	
B1302	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
B1303	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
B1304	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	3	
B1305	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
A21306				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B1307				0	9	56	209	559	67	2	0	0	0	0
B1308				2	0	0	4	63	9	53	3	1	2	6
B1309				0	0	63	433	1,228	564	383	55	0	0	0
B1310				0	0	0	21	93	43	25	1	0	0	0

PLANTA	06-ago	07-ago	08-ago	09-ago	10-ago	11-ago	12-ago	01-sep	02-sep	03-sep	04-sep	05-sep	06-sep	07-sep
A21311				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
B1312				0	0	0	0	12	3	0	0	0	0	
B1313				17	0	0	29	80	37	453	689	562	1	
B1314				1	0	0	0	6	38	8	0	0	0	
B1315				0	0	0	0	0	0	0	0	0		
A21316			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
B1317*			0	0	0	0	0	0	0	0	0	51		
B1318			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
B1319			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
B1320			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
B1321					0		0	0	0	0	0	0	0	0
B1322						0	0	0	0	0	0	0	0	0
A21322									0	0	0	0	0	0

(\*) Al carecer de información respecto a fecha, se colocaron las 51 fallas en un mes.

**TABLA 39: REGISTROS DE TEMPERATURAS MAYORES A 40 °C**

Esta falla puede tener su origen en una mala operación de la estación meteorológica (hay temperaturas mayores a 50 grados y de hasta 3,270 grados que evidentemente caen en este supuesto), o en una mala colocación de la misma (por ejemplo la colocación de la estación a rayo directo del sol).

## 1.10. RESULTADOS DE REGISTROS INCORRECTOS DE PRESIÓN BAROMÉTRICA

La presión barométrica en cualquier lugar de la tierra guarda relación con el peso del aire en la atmósfera por encima de este punto. A nivel del mar, por ejemplo, el aire que se extiende hasta los bordes superiores de la atmósfera de la tierra (24 Km. aprox.) ejerce una presión igual a 760 mmHg; en tanto que en la cima del Everest la presión ejercida por el aire es de 250 mmHg.

La presión barométrica no permanece constante, varía según las condiciones climáticas, la época del año y el punto específico en que se efectúa la medición, por ejemplo, en el Everest la presión atmosférica media varía desde 243 mm Hg en enero hasta cerca de 255 mm Hg en junio y julio.



ATITUD SOBRE NIVEL DEL MAR (m)	PRESIÓN BAROMÉTRICA (mmHg)
Nivel del mar	760
1.000	674
2.000	596
3.000	526
4.000	462
5.000	416
6.000	347
7.000	297
8.000	250
9.000	231

**TABLA 40: VARIACIÓN DE LA PRESIÓN RESPECTO A LA ALTURA**

De acuerdo a información obtenida de Internet, la presión barométrica media en Santiago de Chile es de 715 mm Hg, dado este valor, se realizó una evaluación a bases de datos en donde se consideraron erróneas a las presiones barométricas por debajo de 620 mm Hg o mayores a 800 mm Hg. Cabe señalar que la presión barométrica debe expresarse en milímetros de mercurio conforme la Resolución 1191/2007 del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones.

Los datos registrados en las bases de datos muestran que todas las plantas presentan problemas en este concepto, siendo las plantas administradas por TUV las que menor cantidad de problemas presentan (aunque algunos de sus registros se encuentran en "0"), en tanto que las plantas de SGS contienen datos cercanos a los 90 por lo que se estima que la presión barométrica está expresada en kilopascales (715 mm Hg = 95.32 kilopascales).

Las plantas de APPLUS y de KING presentan valores en cero pero el grueso de sus valores está cercano a 950, en tanto que las plantas de APPLUS presentan valores en decenas, centenas y millares.

## 1.11. VALORES NULOS EN EMISIONES CO, NOX Ó HC

La Resolución Exenta 1191 establece en el apartado c) numeral 6, información que debe quedar grabada en la base de datos de la Planta de Revisión Técnica de cada vehículo sometido a prueba con protocolo ASM.

Entre los datos que deben ser registrados se encuentra el promedio móvil final para cada uno de los gases de Hidrocarburos, monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno.

Estos datos son fundamentales para establecer el resultado del vehículo respecto a la aprobación o rechazo vehicular, situación que se logra a través de la comparación directa entre el valor resultante de los valores normados y el registro correspondiente al promedio de cada gas.

En la base de datos se detectaron que 12 de las 23 Plantas evaluadas presentan registros que presentan datos nulos (no se registró ningún valor), las cuales en conjunto presentan 63,915 registros en donde al menos uno de los tres gases no fue registrado, aunque generalmente el problema se presenta en los tres gases.

Resulta importante señalar que existen otros registros sin valores registrados en dióxido de carbono y en oxígeno, pero esos valores no se tomaron en cuenta para este análisis dado que esos valores no se requieren para determinar la aprobación o rechazo de los vehículos.

PLANTA	APROBADO	RECHAZADO	SIN DATO	TOTAL
A21301	20,107	1,538	0	21,645
A21306	13	0	2	15
A21311	16	0	0	16
B1302	2	10,279	551	10,832
B1303	6	10,344	385	10,735
B1304	4	12,547	211	12,762
B1305	6	7,67	207	7,883
B1307	5	0	0	5
B1308	5	1	0	6
B1309	7	0	0	7
B1310	5	0	0	5
B1319	4	0	0	4
Totales	20,18	42,379	1,356	63,915
% Totales	31.6%	66.3%	2.1%	

**TABLA 41: VALORES NULOS EN ALGÚN GAS (CO, HC Y NOX)**

La tabla muestra que la gran mayoría de las pruebas carentes de datos presentan resultado de reprobación en prueba de gases lo cual podría deberse a la forma de operar durante el ensayo, abortándose pruebas bajo ciertas condiciones tal como podría ser la presencia de humo negro o azul o el rechazo por condiciones visuales.

Sin embargo existen también resultados aprobatorios de vehículos sobre los cuales no se registró lectura de algún contaminante. La mayor parte de estos problemas se registraron en la Planta A21301 en donde el 95.5% de los registros carecen de información, por lo que sólo es posible el análisis de 285 pruebas de 23,648 mediciones de gases.



Evidentemente es probable que el software de la planta A21301 presente un problema que motive el no registro de los datos de emisión de los vehículos, pero en tal caso el problema debiera ocurrir en el 100% de los casos (este problema ocurre en todos los meses de operación de la planta).

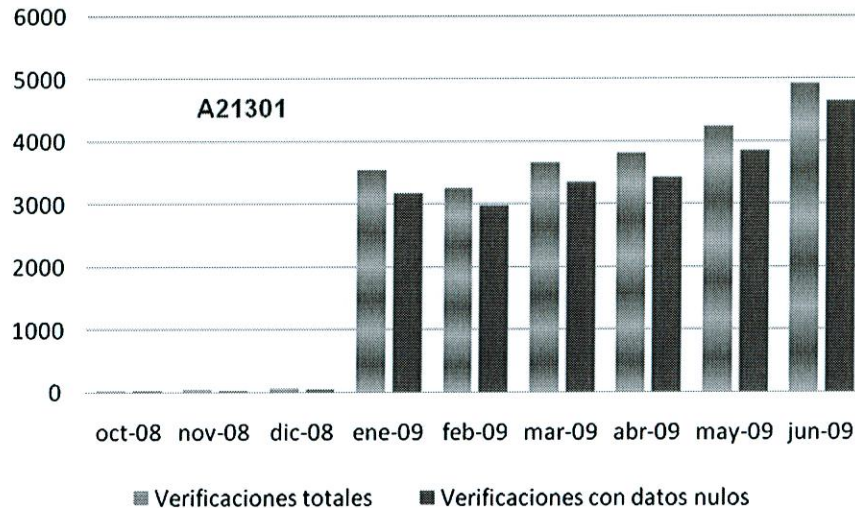


FIG. 30: COMPORTAMIENTO DE VALORES NULOS EN ALGÚN GAS (CO, HC Y NOX)

Curiosamente las otras plantas que presentan éste problema con frecuencia son las plantas tipo “B” de la misma empresa APPLUS, aunque en las plantas tipo “B” el registro de valores nulos corresponde en su gran mayoría a resultados reprobatorios de prueba de emisión de gases.

## 1.12. APLICACIÓN DE LÍMITES DE EMISIÓN EN LA REVISIÓN TÉCNICA.

La aplicación de los límites de emisión a cada vehículo está definida por seis tablas contenidas en el Decreto Supremo 149. Las primeras cinco tablas basan la elección de los límites en la clasificación del vehículo, en la inercia equivalente del vehículo y en el año modelo del mismo, información que se concentra en un listado que la autoridad entrega a cada concesionario del servicio de revisión técnica vehicular.

La sexta tabla aplica a todos aquellos vehículos que no están contenidos en el listado mencionado anteriormente. En este caso, los límites aplicables dependen de la cilindrada del vehículo, del tipo de vehículo y de su año de fabricación.

La diferencia básica existente entre las tablas es que en cada una de las cinco primeras existen límites de emisión distintos para 47 estratos vehiculares definidos por su inercia equivalente; en

tanto que en la sexta tabla, sólo existen tres distintos límites de emisión, los cuales están determinados por la cilindrada del motor.

De acuerdo a la estructura de la base de datos que fue proporcionada al consultor, los datos correspondientes a la inercia equivalente, al año de fabricación, al tipo de vehículo y al servicio que presta, deben ser registrados en bases de datos. Sin embargo, no hay campos para registrar la cilindrada del motor y la tabla elegida para la determinación de los límites es de registro opcional.

En este sentido, se realizó una evaluación a la base de datos para determinar la forma en que el Decreto se está aplicando. Cabe mencionar que el análisis se basa en la información que cada Planta registra en su base de datos.

### **1.12.1. RESULTADOS SOBRE LA APLICACIÓN DE LÍMITES DE EMISIÓN**

Considerando que la inercia equivalente es fundamental para la elección de los límites de emisión y para la carga que debe aplicarse en cada fase de prueba de emisión, primeramente se analizó el registro de inercias, detectándose lo siguiente:

1. 47,926 registros de inercia equivalente en “0” de las cuales, más del 99% presentan registros de potencia igualmente en cero, así como sus valores de oxígeno, dióxido de carbono, temperatura, humedad, presión barométrica, lambda y horarios de inicio y final de las pruebas. No obstante, existen registros de valores de emisión y resultado de gases. Las plantas con este problema son, A21322 y B1321, ambas de la concesión King, y A21316, B1317, B1318, B1319, B13120, todas de la concesión TUV.
2. 2,305 registros con inercia equivalente de “1”, “2”, “3” y “4” los cuales presentan valores en todos los campos que integran la base de datos relacionadas con ASM. Sólo las plantas B1321 y B1322 presentan este problema.
3. Hay 29 registros con valores que incluyen decimales en el campo de inercia equivalente, todos ellos aparecen en la información de la planta B1308. Éste problema se muestra sólo en registros del vehículo Aerio SX 1.6.
4. Existen 45,162 registros con inercias equivalentes de 792, 965 y 1,305, cuando el valor correcto debe ser 794, 964 y 1,304. Este problema lo traen las plantas A21316, B1317, B1318, B1319 y B1320, de la concesión TUV. Las bases de datos de estas plantas no



registran la tabla que utilizaron en cada evaluación, pero dado que en estas mismas plantas existen registros correctos de inercia equivalente 794, 964 y 1,304; además que las IE's con error son las correspondientes a los límites que aplican en la tabla 6, se estima que el error proviene del cálculo que se hace de la IE a partir de la Potencia de Ensayo que se aplica con ésta tabla.

5. La planta B1305 presenta 13 registros con inercias equivalentes no aplicables en evaluaciones que utilizan a la tabla "6", esas inercias son 907, 1,021, 1,077, 1,134, 1,247, 1,417, 1,531, 2,268.
6. El Decreto Supremo establece una inercia equivalente, en sus cinco primeras tablas, de 2,251 kilogramos, cuando realmente debería ser de 2,551 kilogramos. Cabe señalar que este error no es significativo ya que no se registran vehículos homologados con inercia equivalente de 2,551 kilogramos.

### 1.13. CALCULO DE LAMBDA

La Resolución Exenta número 1191 establece la obligación de calcular la relación aire combustible utilizando los valores de aprobación o rechazo de cada prueba, para lo cual se debe utilizar la ecuación de Brettschneider.

Para el análisis de este rubro, se tomaron los valores de emisión registrados en las bases de datos, en los campos denominados V\_HC\_STDR5015, V\_CO\_STDR5015, V\_NO\_STDR5015, V\_HC\_STDR2525, V\_CO\_STDR2525, V\_NO\_STDR2525 y los correspondientes al CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub> en los modos 5015 y 2525; con dichos datos se alimentó la fórmula de Brettschneider, asegurándose de incluir el valor de hidrocarburos y de óxidos de nitrógeno en % en volumen y no en partes por millón.

Este valor se comparó con el calculado en cada una de las pruebas de emisiones realizadas con el objeto de encontrar diferencias.

#### 1.13.1. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LAMBDA

En las bases de datos de las plantas pertenecientes a Applus, Autotest y SGS se encontraron pequeñas diferencias en el cálculo de lambda al compararlas con el cálculo realizado por el consultor, situación que puede deberse a que el computo en planta se realiza utilizando los valores de emisión antes de ser corregidos (por dilución y/o por humedad), situación que explicaría que algunos datos coincidan plenamente (lo cual ocurriría al tener ambos factores de corrección correspondientes a la unidad). Estas pequeñas diferencias también podrían deberse al

redondeo de los valores de los gases en el sistema del software de la planta. Cualquiera que sea el motivo, este detalle no es significativo.

Por ejemplo, el vehículo XD2608 registrado en la base de datos de Applus A 21301, presenta lambdas de 0.98 y 0.99 en los Modos 5015 y 2525 respectivamente, en tanto que el cálculo realizado por el consultor genera un resultado de 1.003 y 0.998.

En el caso de las plantas de TUV, el cálculo de lambda realizado por el consultor corresponde exactamente al reportado por las plantas. Para el caso de las plantas manejadas por la empresa KING, las bases de datos presenta la relación aire combustible y no el factor lambda. El detalle no es significativo, sobre todo porque se puede calcular la equivalencia dividiendo el valor de A/C entre 14.7, pero evidentemente no es lo solicitado en la Resolución Exenta 1191.

Por ejemplo, la placa CC0009 correspondiente al identificador 749 registra valores de 15.52 y 15.82 (PRT B 1321 RB).

Finalmente, las plantas que en su momento se mencionó presentan valores en cero en el 100% de los registros de dióxido de carbono, presentan registros de lambda, situación que resulta imposible ya que en la fórmula para calcular lambda, es necesario utilizar un valor distinto a cero. Por lo tanto y tal como se había mencionada líneas antes, para el consultor resulta evidente que el software de estas plantas no está guardando el valor de CO<sub>2</sub>.

## **1.14. TIPO DE COMBUSTIBLE**

La base de datos presenta vehículos cuyo código de combustible es “2” el cual corresponde a diesel, además de contener datos en “0” que corresponden a unidades no motorizadas.

Las unidades con registro de “2” son cuatro y se encuentran en las plantas B1321, B1314 y dos en la planta B1308 (estas últimas corresponden a las unidades Aerio SX 1.6 que se reportaron con datos decimales en la inercia equivalente). En este caso, lo preocupante es que los equipos permitan aplicar prueba ASM a unidades en donde se reporta combustible diesel, ya que, en caso que se verifique un diesel en este tipo de líneas, las partículas de carbón emitidas por las unidades a diesel, pueden impactar en la o las siguientes mediciones realizadas a vehículos a gasolina.

En el caso de las unidades con registro en cero, estas se ubican en la planta B1308 y corresponden a los 27 registros que presentan errores en la inercia equivalente.



## 2. LÍMITES DE EMISIÓN

Los límites máximos permisibles de emisiones de hidrocarburos, monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno que aplican a los vehículos con motor ciclo Otto que son fiscalizados a través del Protocolo de Ensayo de Aceleración Simulada, tanto en su modo 5015 como en el 2525, están definidos en el Decreto Supremo número 149.

El Decreto en mención estratifica en cinco categorías a los vehículos a fiscalizar, las cuales a su vez se subdividen de acuerdo a la inercia equivalente del vehículo, existiendo 47 categorías de inercia equivalente. Para cada categoría de vehículo, cada una de las inercias equivalentes, y cada uno de los dos modos que constituyen el Protocolo de Ensayo de Aceleración Simulada, se fija un valor límite de emisión de HC, CO y NOx.

Los valores de cada límite fueron obtenidos de la guía técnica de la Agencia para la Protección del Ambiente de los Estados Unidos de Norteamérica denominada “Acceleration Simulation Mode Teste Procedures, Emission Standars, Quality Control Requirements, and Equipment Specifications”, habiéndose elegido la aplicación de normas que la EPA recomienda utilizar al comienzo de la aplicación del Protocolo de Ensayo de Aceleración Simulada y durante el periodo de tiempo que tarde en acudir a su primera revisión el parque vehicular a fiscalizar.

Las normas de emisiones vehiculares que aplican en Chile presentan las siguientes referencias con relación a las tablas de límites de emisión que establece la Agencia de Protección al Ambiente de los EUA:

ESTRATO VEHICULAR	HC	CO	NOx
1.- Livianos de pasajeros con sello verde o sello amarillo. EPA = Light Duty Vehicles modelos 1983 a 1990.	4	23	43
2.- Comerciales livianos año 1999 y posteriores con sello verde. EPA = Light Duty Trucks modelos 1991 a 1995.	5	26	43
3.- Comerciales livianos año 1999 y anteriores con sello verde o sello amarillo. EPA = Light Duty Trucks modelos 1984 a 1987.	7	29	49
4.- Motorizados medianos año 1999 y posteriores con sello verde. Light Duty Trucks “2” modelos 1991 a 1995.	5	26	46
5.- Motorizados medianos año 1998 y anteriores con sello verde o sello amarillo. EPA = Light Duty Trucks modelos 1984 a 1987.	7	29	49

**TABLA 42: NORMAS DE EMISIONES VEHICULARES QUE APLICAN EN CHILE**



ETW	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	8	8	9	9	10	10	11	11	12	12	13	13
	5015	2525	5015	2525	5015	2525	5015	2525	5015	2525	5015	2525	5015	2525	5015	2525	5015	2525	5015	2525	5015	2525	5015	2525	5015	2525
794	142	136	224	216	257	249	<del>291</del>	<del>282</del>	<del>324</del>	<del>315</del>	374	364	<del>390</del>	<del>381</del>	407	397	457	447	706	694	774	761	843	828	1118	1098
850	134	129	212	205	243	236	275	266	306	297	353	344	368	359	384	375	431	421	665	653	729	717	794	780	1052	1034
907	127	123	201	194	230	223	260	252	289	281	333	325	348	339	363	354	407	398	627	616	688	676	749	736	992	975
964	121	116	191	184	219	212	<del>246</del>	<del>239</del>	<del>274</del>	<del>267</del>	316	308	<del>329</del>	<del>321</del>	343	335	385	376	592	582	650	638	707	695	938	921
1021	115	111	182	175	208	201	234	227	260	253	299	292	312	305	325	318	365	357	560	551	615	604	669	658	887	872
1077	109	106	173	167	198	192	223	216	247	241	284	277	297	290	309	302	346	339	531	522	583	573	635	624	841	827
1134	105	101	166	160	189	183	212	206	236	230	271	264	283	276	294	288	329	322	505	496	554	544	603	593	800	786
1191	100	97	159	153	181	175	203	197	225	219	259	252	270	263	281	274	314	307	481	472	528	518	574	564	761	748
1247	96	93	152	147	173	168	194	189	216	210	247	241	258	252	269	262	300	294	459	451	503	495	548	539	726	714
1304	92	89	146	141	167	161	<del>187</del>	<del>181</del>	<del>207</del>	<del>201</del>	237	231	<del>247</del>	<del>241</del>	257	251	287	281	439	431	481	473	524	515	695	683
1361	89	86	141	136	160	155	180	174	199	194	228	222	237	232	247	241	276	270	420	413	461	453	502	493	666	654
1417	86	83	136	132	155	150	173	168	191	186	219	214	228	223	238	232	265	260	404	397	443	435	482	474	639	628
1474	83	80	132	127	149	145	167	162	185	180	211	206	220	215	229	224	256	250	388	382	426	419	464	456	615	604
1531	81	78	128	123	145	140	162	157	179	174	204	199	213	208	221	216	247	241	374	368	411	404	447	440	593	583
1588	78	76	124	120	140	136	157	152	173	169	198	193	206	201	214	209	239	234	362	355	397	390	432	424	573	563
1644	76	74	120	117	136	132	152	148	168	164	192	187	200	195	207	203	231	226	350	344	384	377	418	411	554	544
1701	74	72	117	114	133	129	148	144	163	159	186	182	194	189	201	197	224	220	339	333	372	365	405	398	537	527
1758	72	70	114	111	129	125	144	140	159	155	181	177	188	184	196	191	218	213	329	323	361	355	393	386	521	512
1814	71	68	112	108	126	122	140	137	155	151	176	172	183	179	191	186	212	208	320	314	351	345	382	375	506	497
1871	69	67	109	106	123	119	137	133	151	147	172	168	179	175	186	181	206	202	311	305	341	335	371	365	492	484
1928	67	65	107	103	120	117	134	130	147	143	167	164	174	170	181	177	201	197	303	297	332	326	361	355	479	471
1985	66	64	104	101	118	114	131	127	144	140	164	160	170	166	177	173	196	192	295	290	323	318	352	346	467	459
2041	65	63	102	99	115	112	128	124	141	137	160	156	166	162	172	169	192	188	287	282	315	310	343	337	455	447
2098	63	61	100	97	113	109	125	122	137	134	156	152	162	159	169	165	187	183	280	275	308	302	335	329	444	436
2155	62	60	98	95	110	107	122	119	134	131	153	149	159	155	165	161	183	179	273	269	300	295	327	321	433	425
2211	61	59	96	93	108	105	120	117	132	128	149	146	155	152	161	157	179	175	267	262	293	288	319	313	423	415
2268	60	58	94	92	106	103	117	114	129	126	146	143	152	148	157	154	175	171	260	256	286	281	311	305	412	405
2325	58	57	93	90	104	101	115	112	126	123	143	139	148	145	154	150	171	167	254	250	279	274	304	298	402	395
2381	57	56	91	88	102	99	112	110	123	120	140	136	145	142	150	147	167	163	248	244	272	267	296	291	393	386
2438	56	55	89	86	100	97	110	107	121	118	137	133	142	139	147	144	163	159	242	238	266	261	289	284	383	376
2495	55	54	87	85	98	95	108	105	118	115	134	130	139	136	144	141	159	156	236	232	259	255	282	277	374	367
2251	54	53	86	83	96	93	106	103	116	113	131	128	136	133	141	138	156	152	231	226	253	248	276	271	365	359
2608	53	52	84	82	94	91	104	101	113	111	128	125	133	130	138	135	152	149	225	221	247	243	269	264	357	350
2665	52	51	83	80	92	90	102	99	111	108	125	122	130	127	135	132	149	146	220	216	241	237	263	258	348	342
2722	51	50	81	79	90	88	100	97	109	106	123	120	127	124	132	129	146	143	215	211	236	232	257	252	341	334
2778	50	49	80	78	89	86	98	95	107	104	120	118	125	122	129	126	143	140	210	206	231	227	251	247	333	327



ETW	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	8	8	9	9	10	10	11	11	12	12	13	13
	5015	2525	5015	2525	5015	2525	5015	2525	5015	2525	5015	2525	5015	2525	5015	2525	5015	2525	5015	2525	5015	2525	5015	2525	5015	2525
2835	50	48	79	76	87	85	96	94	105	102	118	115	123	120	127	124	140	137	206	202	226	222	246	242	326	320
2892	49	48	77	75	86	84	95	92	103	101	116	113	120	118	125	122	138	135	202	198	222	218	242	237	320	314
2948	48	47	76	74	85	83	93	91	102	99	114	112	119	116	123	120	136	133	199	195	218	214	238	233	315	309
3005	48	46	76	74	84	82	92	90	101	98	113	110	117	114	121	119	134	131	196	192	215	211	234	230	310	304
3062	47	46	75	73	83	81	91	89	100	97	112	109	116	113	120	117	132	129	194	190	213	209	232	227	307	301
3118	47	46	75	73	83	81	91	89	99	97	111	109	115	113	119	117	132	129	193	189	211	207	230	225	305	299
3175	47	46	74	72	83	80	91	88	99	96	111	108	115	112	119	116	131	128	192	188	211	207	229	225	304	298
3232	47	46	74	72	82	80	90	88	98	96	111	108	115	112	119	116	131	128	192	188	211	206	229	225	304	298
3289	47	46	74	72	82	80	90	88	98	96	111	108	115	112	119	116	131	128	192	188	211	206	229	225	304	298
3345	47	46	74	72	82	80	90	88	98	96	111	108	115	112	119	116	131	128	192	188	211	206	229	225	304	298
3402	47	46	74	72	82	80	90	88	98	96	111	108	115	112	119	116	131	128	192	188	211	206	229	225	304	298

TABLA 43: LÍMITES DE EMISIÓN PARA HIDROCARBUROS

Cada una de las columnas contiene valores de límites máximos permisibles de emisión para vehículos a los que se les aplica la prueba ASM. Los valores en letra cursiva y con mayor intensidad de color, corresponden a las normas que aplican en la revisión de la flota vehicular en Chile.

ETW	21	21	22	22	23	23	24	24	25	25	26	26	27	27	28	28	29	29	30	30	31	31	32	32	33	33	34	34
	5015	2525	5015	2525	5015	2525	5015	2525	5015	2525	5015	2525	5015	2525	5015	2525	5015	2525	5015	2525	5015	2525	5015	2525	5015	2525	5015	2525
794	0.80	0.77	1.26	1.22	<i>1.62</i>	<i>1.83</i>	2.02	2.43	2.21	2.73	<i>2.78</i>	<i>3.64</i>	2.97	3.94	3.16	4.24	<i>4.54</i>	<i>4.83</i>	3.92	5.45	4.31	6.06	5.07	7.26	5.26	7.44	8.02	9.90
850	0.75	0.73	1.19	1.16	<i>1.55</i>	<i>1.72</i>	1.91	2.29	2.09	2.58	<i>2.63</i>	<i>3.43</i>	2.81	3.71	2.98	4.00	<i>3.34</i>	<i>4.57</i>	3.70	5.14	4.06	5.70	4.78	6.84	4.96	7.05	7.56	9.90
907	0.71	0.69	1.13	1.09	<i>1.47</i>	<i>1.63</i>	1.81	2.17	1.97	2.43	<i>2.48</i>	<i>3.24</i>	2.65	3.51	2.82	3.77	<i>3.16</i>	<i>4.31</i>	3.49	4.85	3.83	5.38	4.51	6.45	4.68	6.68	7.14	9.09
964	0.68	0.66	1.07	1.04	<i>1.39</i>	<i>1.54</i>	1.71	2.05	1.87	2.30	<i>2.35</i>	<i>3.06</i>	2.51	3.32	2.67	3.57	<i>2.99</i>	<i>4.08</i>	3.31	4.58	3.63	5.09	4.26	6.10	4.43	6.34	6.75	9.66
1021	0.64	0.62	1.02	0.99	<i>1.32</i>	<i>1.47</i>	1.62	1.94	1.77	2.18	<i>2.23</i>	<i>2.90</i>	2.38	3.14	2.53	3.38	<i>2.83</i>	<i>3.86</i>	3.13	4.34	3.44	4.82	4.04	5.78	4.20	6.00	6.40	9.14
1077	0.61	0.59	0.97	0.94	<i>1.26</i>	<i>1.39</i>	1.54	1.85	1.69	2.07	<i>2.12</i>	<i>2.76</i>	2.26	2.98	2.40	3.21	<i>2.69</i>	<i>3.66</i>	2.98	4.12	3.26	4.57	3.83	5.48	3.98	5.69	6.07	8.67
1134	0.59	0.57	0.93	0.90	<i>1.20</i>	<i>1.33</i>	1.47	1.76	1.61	1.97	<i>2.02</i>	<i>2.62</i>	2.15	2.84	2.29	3.05	<i>2.56</i>	<i>3.48</i>	2.83	3.91	3.10	4.35	3.65	5.21	3.79	5.41	5.78	8.25
1191	0.56	0.54	0.89	0.86	<i>1.15</i>	<i>1.27</i>	1.41	1.68	1.53	1.88	<i>1.92</i>	<i>2.50</i>	2.05	2.70	2.18	2.91	<i>2.44</i>	<i>3.32</i>	2.70	3.73	2.96	4.14	3.48	4.96	3.61	5.15	5.51	7.85
1247	0.54	0.52	0.85	0.82	<i>1.10</i>	<i>1.21</i>	1.34	1.60	1.47	1.80	<i>1.84</i>	<i>2.39</i>	1.96	2.58	2.09	2.78	<i>2.33</i>	<i>3.17</i>	2.58	3.56	2.83	3.95	3.32	4.73	3.45	4.92	5.26	7.50
1304	0.52	0.50	0.82	0.79	<i>1.05</i>	<i>1.16</i>	1.29	1.54	1.41	1.72	<i>1.76</i>	<i>2.29</i>	1.88	2.47	2.00	2.66	<i>2.23</i>	<i>3.03</i>	2.47	3.41	2.71	3.78	3.18	4.53	3.30	4.70	5.03	7.17
1361	0.50	0.48	0.79	0.76	<i>1.01</i>	<i>1.12</i>	1.24	1.48	1.35	1.66	<i>1.69</i>	<i>2.19</i>	1.80	2.37	1.92	2.55	<i>2.14</i>	<i>2.91</i>	2.37	3.27	2.60	3.62	3.05	4.34	3.17	4.51	4.83	6.87
1417	0.48	0.46	0.76	0.73	<i>0.98</i>	<i>1.08</i>	1.19	1.42	1.30	1.59	<i>1.63</i>	<i>2.11</i>	1.74	2.28	1.84	2.45	<i>2.06</i>	<i>2.79</i>	2.28	3.14	2.50	3.48	2.93	4.17	3.04	4.33	4.64	6.60
1474	0.46	0.45	0.73	0.71	<i>0.94</i>	<i>1.04</i>	1.15	1.37	1.26	1.53	<i>1.57</i>	<i>2.03</i>	1.67	2.20	1.78	2.36	<i>1.99</i>	<i>2.69</i>	2.20	3.02	2.40	3.35	2.82	4.01	2.93	4.17	4.47	6.35
1531	0.45	0.43	0.71	0.69	<i>0.91</i>	<i>1.00</i>	1.11	1.32	1.21	1.48	<i>1.52</i>	<i>1.96</i>	1.62	2.12	1.72	2.28	<i>1.92</i>	<i>2.60</i>	2.12	2.91	2.32	3.23	2.72	3.87	2.83	4.02	4.31	6.13
1588	0.44	0.42	0.69	0.67	<i>0.88</i>	<i>0.97</i>	1.08	1.28	1.17	1.43	<i>1.47</i>	<i>1.89</i>	1.56	2.05	1.66	2.20	<i>1.86</i>	<i>2.51</i>	2.05	2.82	2.24	3.12	2.63	3.74	2.73	3.88	4.17	5.92
1644	0.42	0.41	0.67	0.65	<i>0.86</i>	<i>0.94</i>	1.05	1.24	1.14	1.39	<i>1.42</i>	<i>1.84</i>	1.52	1.98	1.61	2.13	<i>1.80</i>	<i>2.43</i>	1.99	2.73	2.17	3.02	2.55	3.62	2.65	3.76	4.04	5.73
1701	0.41	0.40	0.65	0.63	<i>0.83</i>	<i>0.92</i>	1.02	1.20	1.11	1.35	<i>1.38</i>	<i>1.78</i>	1.47	1.92	1.56	2.07	<i>1.74</i>	<i>2.36</i>	1.93	2.64	2.11	2.93	2.47	3.51	2.57	3.64	3.91	5.55
1758	0.40	0.39	0.63	0.61	<i>0.81</i>	<i>0.89</i>	0.99	1.17	1.08	1.31	<i>1.34</i>	<i>1.73</i>	1.43	1.87	1.52	2.01	<i>1.69</i>	<i>2.29</i>	1.87	2.57	2.05	2.85	2.40	3.40	2.49	3.54	3.80	5.39
1814	0.39	0.38	0.62	0.60	<i>0.79</i>	<i>0.87</i>	0.96	1.14	1.05	1.28	<i>1.31</i>	<i>1.68</i>	1.39	1.82	1.48	1.95	<i>1.65</i>	<i>2.22</i>	1.82	2.49	1.99	2.77	2.33	3.31	2.43	3.44	3.70	5.24
1871	0.38	0.37	0.60	0.58	<i>0.77</i>	<i>0.85</i>	0.94	1.11	1.02	1.24	<i>1.27</i>	<i>1.64</i>	1.36	1.77	1.44	1.90	<i>1.61</i>	<i>2.16</i>	1.77	2.43	1.94	2.69	2.32	3.22	2.36	3.34	3.60	5.09
1928	0.37	0.36	0.59	0.57	<i>0.75</i>	<i>0.83</i>	0.92	1.08	1.00	1.21	<i>1.24</i>	<i>1.60</i>	1.32	1.72	1.40	1.85	<i>1.56</i>	<i>2.11</i>	1.73	2.36	1.89	2.62	2.21	3.13	2.30	3.25	3.51	4.96
1985	0.36	0.35	0.58	0.56	<i>0.74</i>	<i>0.81</i>	0.89	1.06	0.97	1.18	<i>1.21</i>	<i>1.56</i>	1.29	1.68	1.37	1.81	<i>1.53</i>	<i>2.06</i>	1.68	2.31	1.84	2.55	2.16	3.05	2.24	3.17	3.42	4.83
2041	0.36	0.35	0.57	0.55	<i>0.72</i>	<i>0.79</i>	0.87	1.03	0.95	1.16	<i>1.18</i>	<i>1.52</i>	1.26	1.64	1.34	1.76	<i>1.49</i>	<i>2.01</i>	1.64	2.25	1.80	2.49	2.11	2.98	2.19	3.09	3.34	4.71
2098	0.35	0.34	0.55	0.54	<i>0.70</i>	<i>0.77</i>	0.85	1.01	0.93	1.13	<i>1.15</i>	<i>1.48</i>	1.23	1.60	1.30	1.72	<i>1.46</i>	<i>1.96</i>	1.61	2.19	1.76	2.43	2.06	2.90	2.14	3.02	3.26	4.60
2155	0.34	0.33	0.54	0.53	<i>0.69</i>	<i>0.76</i>	0.84	0.99	0.91	1.10	<i>1.13</i>	<i>1.45</i>	1.20	1.57	1.28	1.68	<i>1.42</i>	<i>1.91</i>	1.57	2.14	1.72	2.37	2.01	2.83	2.09	2.95	3.18	4.49
2211	0.34	0.33	0.53	0.52	<i>0.67</i>	<i>0.74</i>	0.82	0.97	0.89	1.08	<i>1.10</i>	<i>1.42</i>	1.17	1.53	1.25	1.64	<i>1.39</i>	<i>1.87</i>	1.53	2.09	1.68	2.32	1.96	2.77	2.04	2.87	3.11	4.38
2268	0.33	0.32	0.52	0.51	<i>0.66</i>	<i>0.73</i>	0.80	0.95	0.87	1.05	<i>1.08</i>	<i>1.38</i>	1.15	1.49	1.22	1.60	<i>1.36</i>	<i>1.82</i>	1.50	2.04	1.64	2.26	1.92	2.70	1.99	2.81	3.03	4.28
2325	0.32	0.31	0.51	0.50	<i>0.64</i>	<i>0.71</i>	0.78	0.92	0.85	1.03	<i>1.05</i>	<i>1.35</i>	1.12	1.46	1.19	1.57	<i>1.33</i>	<i>1.78</i>	1.46	2.00	1.60	2.21	1.87	2.64	1.95	2.74	2.97	4.18
2381	0.32	0.31	0.50	0.49	<i>0.63</i>	<i>0.70</i>	0.77	0.90	0.83	1.01	<i>1.03</i>	<i>1.32</i>	1.10	1.43	1.16	1.53	<i>1.30</i>	<i>1.74</i>	1.43	1.95	1.56	2.16	1.83	2.58	1.90	2.68	2.90	4.08
2438	0.31	0.30	0.49	0.48	<i>0.62</i>	<i>0.68</i>	0.75	0.89	0.81	0.99	<i>1.01</i>	<i>1.29</i>	1.07	1.39	1.14	1.50	<i>1.27</i>	<i>1.70</i>	1.40	1.90	1.53	2.11	1.79	2.51	1.86	2.61	2.83	



ETW	41 5015	41 2525	42 5015	42 2525	43 5015	43 2525	44 5015	44 2525	45 5015	45 2525	46 5015	46 2525	47 5015	47 2525	48 5015	48 2525	49 5015	49 2525	50 5015	50 2525	51 5015	51 2525
794	1212	1095	1819	1642	<b>2272</b>	<b>2114</b>	2725	2587	3178	3060	<b>3631</b>	<b>3532</b>	4084	4005	4990	4950	<b>4990</b>	<b>4960</b>	4990	4980	4990	4990
850	1142	1031	1713	1547	<b>2181</b>	<b>1991</b>	2649	2435	3117	2879	<b>3586</b>	<b>3323</b>	4054	3767	4990	4655	<b>4990</b>	<b>4738</b>	4990	4906	4990	4990
907	1077	973	1616	1460	<b>2058</b>	<b>1877</b>	2499	2295	2941	2713	<b>3383</b>	<b>3131</b>	3824	3548	4707	4384	<b>4778</b>	<b>4535</b>	4919	4838	4990	4990
964	1018	920	1527	1380	<b>1944</b>	<b>1774</b>	2360	2167	2776	2561	<b>3192</b>	<b>2955</b>	3609	3348	4441	4136	<b>4578</b>	<b>4349</b>	4853	4776	4990	4990
1021	964	871	1446	1307	<b>1839</b>	<b>1678</b>	2232	2050	2625	2422	<b>3018</b>	<b>2794</b>	3411	3165	4197	3909	<b>4395</b>	<b>4179</b>	4792	4720	4990	4990
1077	915	827	1372	1240	<b>1744</b>	<b>1592</b>	2115	1943	2487	2295	<b>2859</b>	<b>2646</b>	3231	2998	3974	3701	<b>4228</b>	<b>4024</b>	4736	4668	4990	4990
1134	869	786	1304	1179	<b>1657</b>	<b>1512</b>	2009	1845	2361	2179	<b>2714</b>	<b>2512</b>	3066	2845	3771	3512	<b>4076</b>	<b>3881</b>	4685	4620	4990	4990
1191	828	749	1242	1123	<b>1577</b>	<b>1440</b>	1912	1756	2246	2073	<b>2581</b>	<b>2389</b>	2916	2706	3585	3339	<b>3936</b>	<b>3752</b>	4639	4577	4990	4990
1247	791	715	1186	1072	<b>1504</b>	<b>1374</b>	1823	1675	2142	1976	<b>2460</b>	<b>2277</b>	2779	2579	3416	3181	<b>3809</b>	<b>3579</b>	4596	4374	4990	4772
1304	756	684	1134	1026	<b>1438</b>	<b>1313</b>	1742	1601	2046	1886	<b>2350</b>	<b>2175</b>	2654	2463	3261	3037	<b>3669</b>	<b>3412</b>	4484	4176	4892	4556
1361	725	656	1088	984	<b>1378</b>	<b>1258</b>	1668	1533	1959	1808	<b>2249</b>	<b>2082</b>	2539	2357	3120	2906	<b>3510</b>	<b>3270</b>	4290	3996	4680	4359
1417	696	630	1045	945	<b>1323</b>	<b>1208</b>	1601	1471	1879	1734	<b>2157</b>	<b>1997</b>	2435	2260	2992	2787	<b>3366</b>	<b>3135</b>	4114	3832	4488	4180
1474	670	607	1006	910	<b>1273</b>	<b>1163</b>	1539	1415	1806	1667	<b>2073</b>	<b>1920</b>	2340	2172	2874	2677	<b>3234</b>	<b>3012</b>	3952	3681	4311	4016
1531	647	585	970	878	<b>1227</b>	<b>1121</b>	1483	1363	1740	1606	<b>1997</b>	<b>1849</b>	2253	2092	2767	2577	<b>3113</b>	<b>2899</b>	3804	3544	4150	3866
1588	625	566	937	848	<b>1184</b>	<b>1082</b>	1432	1316	1679	1550	<b>1926</b>	<b>1784</b>	2174	2018	2668	2486	<b>3002</b>	<b>2796</b>	3669	3418	4002	3728
1644	605	547	907	821	<b>1146</b>	<b>1047</b>	1384	1273	1623	1498	<b>1862</b>	<b>1724</b>	2100	1950	2578	2401	<b>2900</b>	<b>2701</b>	3544	3302	3867	3602
1701	586	531	879	796	<b>1110</b>	<b>1014</b>	1340	1233	1571	1451	<b>1802</b>	<b>1669</b>	2003	1887	2494	2323	<b>2806</b>	<b>2614</b>	3429	3195	3741	3485
1758	569	515	853	773	<b>1077</b>	<b>984</b>	1300	1195	1523	1407	<b>1747</b>	<b>1618</b>	1970	1829	2417	2251	<b>2719</b>	<b>2533</b>	3323	3096	3625	3377
1814	553	501	829	751	<b>1046</b>	<b>956</b>	1262	1161	1479	1365	<b>1695</b>	<b>1570</b>	1912	1775	2345	2184	<b>2638</b>	<b>2457</b>	3224	3003	3517	3276
1871	538	487	807	731	<b>1017</b>	<b>930</b>	1227	1128	1437	1327	<b>1647</b>	<b>1526</b>	1857	1724	2277	2122	<b>2562</b>	<b>2387</b>	3131	2917	3416	3182
1928	524	475	786	712	<b>990</b>	<b>905</b>	1194	1098	1398	1291	<b>1602</b>	<b>1484</b>	1806	1677	2214	2063	<b>2490</b>	<b>2320</b>	3044	2836	3321	3094
1985	510	463	766	694	<b>964</b>	<b>882</b>	1162	1069	1360	1257	<b>1559</b>	<b>1444</b>	1757	1632	2154	2007	<b>2423</b>	<b>2298</b>	2961	2759	3230	3010
2041	498	451	747	677	<b>939</b>	<b>859</b>	1132	1042	1325	1224	<b>1518</b>	<b>1406</b>	1711	1589	2096	1953	<b>2359</b>	<b>2198</b>	2883	2686	3145	2930
2098	486	440	728	661	<b>916</b>	<b>838</b>	1104	1015	1291	1193	<b>1479</b>	<b>1370</b>	1666	1548	2042	1903	<b>2297</b>	<b>2140</b>	2807	2616	3063	2854
2155	474	430	711	645	<b>893</b>	<b>818</b>	1076	990	1259	1163	<b>1441</b>	<b>1336</b>	1624	1508	1989	1854	<b>2238</b>	<b>2085</b>	2735	2549	2983	2780
2211	463	420	694	630	<b>872</b>	<b>798</b>	1049	966	1227	1134	<b>1405</b>	<b>1302</b>	1583	1470	1938	1806	<b>2180</b>	<b>2032</b>	2665	2483	2907	2709
2268	452	410	677	615	<b>850</b>	<b>778</b>	1023	942	1196	1106	<b>1369</b>	<b>1269</b>	1542	1433	1889	1760	<b>2125</b>	<b>1980</b>	2597	2420	2833	2640
2325	441	400	661	600	<b>830</b>	<b>760</b>	998	919	1167	1078	<b>1335</b>	<b>1237</b>	1503	1397	1840	1715	<b>2070</b>	<b>1930</b>	2530	2359	2760	2573
2381	431	391	646	586	<b>810</b>	<b>741</b>	974	896	1138	1051	<b>1301</b>	<b>1206</b>	1465	1362	1793	1672	<b>2017</b>	<b>1881</b>	2466	2298	2660	2507
2438	420	382	631	573	<b>790</b>	<b>723</b>	950	874	1109	1025	<b>1269</b>	<b>1176</b>	1428	1327	1747	1629	<b>1966</b>	<b>1833</b>	2403	2240	2621	2443
2495	410	373	616	559	<b>771</b>	<b>706</b>	926	853	1082	1000	<b>1237</b>	<b>1147</b>	1392	1294	1703	1587	<b>1916</b>	<b>1786</b>	2341	2183	2554	2381
2551	401	364	601	546	<b>752</b>	<b>689</b>	904	832	1055	975	<b>1206</b>	<b>1118</b>	1357	1261	1659	1547	<b>1867</b>	<b>1740</b>	2282	2127	2489	2321
2608	391	356	587	534	<b>734</b>	<b>673</b>	882	812	1029	951	<b>1176</b>	<b>1090</b>	1323	1230	1617	1508	<b>1820</b>	<b>1697</b>	2224	2074	2426	2262
2665	383	348	574	522	<b>717</b>	<b>657</b>	860	793	1004	928	<b>1147</b>	<b>1064</b>	1290	1199	1577	1471	<b>1774</b>	<b>1654</b>	2168	2022	2366	2206
2722	374	340	561	510	<b>701</b>	<b>642</b>	840	774	980	906	<b>1120</b>	<b>1039</b>	1259	1171	1539	1435	<b>1731</b>	<b>1614</b>	2116	1973	2308	2152
2778	366	333	549	499	<b>685</b>	<b>628</b>	822	757	958	886	<b>1094</b>	<b>1015</b>	1230	1144	1503	1401	<b>1690</b>	<b>1577</b>	2066	1927	2254	2102
2835	359	326	538	489	<b>671</b>	<b>615</b>	804	741	937	867	<b>1070</b>	<b>993</b>	1203	1119	1469	1371	<b>1653</b>	<b>1542</b>	2020	1884	2204	2056
2892	352	320	528	480	<b>658</b>	<b>604</b>	788	727	919	850	<b>1049</b>	<b>973</b>	1179	1096	1439	1343	<b>1619</b>	<b>1510</b>	1979	1846	2159	2014
2948	346	315	519	473	<b>647</b>	<b>593</b>	775	714	902	835	<b>1030</b>	<b>956</b>	1158	1077	1413	1318	<b>1590</b>	<b>1483</b>	1943	1813	2119	1977
3005	341	311	512	466	<b>638</b>	<b>585</b>	763	704	889	823	<b>1014</b>	<b>941</b>	1140	1060	1391	1298	<b>1565</b>	<b>1460</b>	1913	1785	2087	1947
3062	338	307	507	461	<b>631</b>	<b>578</b>	755	696	879	813	<b>1003</b>	<b>931</b>	1127	1048	1374	1283	<b>1546</b>	<b>1443</b>	1890	1764	2062	1924
3118	335	305	503	458	<b>626</b>	<b>574</b>	749	691	872	807	<b>995</b>	<b>924</b>	1118	1040	1364	1273	<b>1534</b>	<b>1432</b>	1875	1750	2046	1909
3175	335	305	502	457	<b>624</b>	<b>573</b>	747	689	870	805	<b>992</b>	<b>921</b>	1115	1037	1360	1269	<b>1530</b>	<b>1428</b>	1870	1745	2040	1904
3232	335	305	502	457	<b>625</b>	<b>573</b>	747	689	870	805	<b>992</b>	<b>921</b>	1115	1037	1360	1269	<b>1531</b>	<b>1428</b>	1874	1745	2045	1904
3289	335	305	502	457	<b>625</b>	<b>573</b>	747	689	870	805	<b>992</b>	<b>921</b>	1115	1037	1360	1269	<b>1531</b>	<b>1428</b>	1874	1745	2045	1904
3345	335	305	502	457	<b>625</b>	<b>573</b>	747	689	870	805	<b>992</b>	<b>921</b>	1115	1037	1360	1269	<b>1531</b>	<b>1428</b>	1874	1745	2045	1904
3402	335	305	502	457	<b>625</b>	<b>573</b>	747	689	870	805	<b>992</b>	<b>921</b>	1115	1037	1360	1269	<b>1531</b>	<b>1428</b>	1874	1745	2045	1904

TABLA 45: FACTORES DE EMISIÓN PARA ÓXIDOS DE NITRÓGENO

Para todos aquellos vehículos cuya información de la inercia equivalente no se encuentre referenciada en la nómina que emite el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, entonces aplican límites de emisión establecidos en una sexta clasificación vehicular, la cual considera el tipo de automóvil, el año de fabricación y la cilindrada como elemento definidor de las normas aplicables.

Los límites máximos de emisión permisible para esta sexta categoría de unidades, son aquellos que corresponden a la inercia equivalente de 794, 964 y 1,304 kilogramos a los vehículos con cilindrada de  $\leq 1,000$ , 1,001 a 2,000 y  $> 2,000$  centímetros cúbicos respectivamente. Estos valores se muestran en las tablas anteriores con un sombreado en la casilla y subrayados.



## 2.1. NUEVOS LÍMITES DE EMISIÓN

En el primer año de operación de las pruebas ASM, existió una tasa de rechazo del 7.1% en la primera prueba de fiscalización que cada vehículo presentó, siendo el óxido de nitrógeno el gas por el cual mayor número de unidades no pudieron aprobar (5.3%), en tanto que los hidrocarburos fueron el gas que menor tasa de rechazo generó ya que por este motivo tan sólo el 1.6% de los vehículos fallaron.

Se entregaron al consultor las bases de datos generadas durante el proceso de fiscalización de los vehículos en 23 plantas de revisión técnica en los pasados meses, las cuales presentaban información de pruebas ASM en los siguientes periodos de tiempo:

PLANTA	06-08	07-08	08-08	09-08	10-08	11-08	12-08	01-09	02-09	03-09	04-09	05-09	06-09	07-09
A21301					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
B1302	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
B1303	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
B1304	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
B1305	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
A21306						X	X	X	X	X	X	X	X	X
B1307						X	X	X	X	X	X	X	X	X
B1308						X	X	X	X	X	X	X	X	X
B1309						X	X	X	X	X	X	X	X	X
B1310						X	X	X	X	X	X	X	X	X
A21311						X	X	X	X	X	X	X	X	X
B1312						X	X	X	X	X	X	X	X	X
B1313						X	X	X	X	X	X	X	X	X
B1314						X	X	X	X	X	X	X	X	X
B1315						X	X	X	X	X	X	X	X	X
A21316			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
B1317			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
B1318			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
B1319			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
B1320			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
B1321					X		X	X	X	X	X	X	X	X
B1322						X	X	X	X	X	X	X	X	X
A21322									X	X	X	X	X	X

**TABLA 46: PRUEBAS DE ASM- PRT**

Para cada una de las bases de datos, se eliminaron las pruebas de emisiones vehiculares, realizadas con prueba ASM, cuya información contenida impide realizar evaluaciones sobre la aplicación de distintos límites máximos permisibles.

De esta forma, sólo se mantuvieron en la base de datos aquellos registros que presentan información de las emisiones vehiculares de monóxido de carbono, hidrocarburos y óxidos de nitrógeno en los campos, además de aquellos que presentaban información sobre inercias equivalentes y la tabla utilizada en la evaluación de gases.

Para el caso de los vehículos que fueron evaluados bajo los límites de emisión establecidos en la Norma ASM - Tabla "6", también resultó necesario contar con información del año modelo del vehículo y del tipo de vehículo evaluado.

CAMPO	DESCRIPCIÓN
V_CO_STDR5015	Estos campos contienen los valores de emisión alcanzados por cada vehículo fiscalizado, por lo tanto, en aquellos casos en los que la base de datos presenta uno o más de estos campos con



V_HC_STDR5015 V_NO_STDR5015 V_CO_STDR2525 V_HC_STDR2525 V_NO_STDR2525	valor nulo (sin dato), resulta imposible realizar una evaluación respecto a la condición de aprobación o rechazo de dicho vehículo al aplicársele cualquier límite de emisión.  La imposibilidad de evaluación está dada por el hecho que la definición de aprobación o rechazo de un vehículo, resulta de la comparación entre el valor máximo de emisión establecido por norma y el registrado del vehículo; por lo que la carencia del segundo dato mencionado, impide realizar dicha comparación.
IE_ASM	El dato de la inercia equivalente resulta fundamental para conocer los límites de emisión aplicables a cada vehículo, por lo que fueron eliminados todos los registros que carecen de esta información o que presentan valores distintos a los establecidos en el Decreto Supremo 149.
TABLA_ASM	Al igual que el dato de la inercia equivalente, la información de la tabla que aplicó en cada una de la pruebas, resulta fundamental para la determinación de los límites de emisión que corresponden a cada vehículo. Por lo tanto, los registros que carecen de esta información, fueron eliminadas ya que no es posible tener la referencia de los límites de emisión que aplica a cada vehículo.
COD_TIPO_VEH	El tipo de vehículo permite identificar el estrato bajo el cual se evalúan los vehículos que fueron analizados utilizando la tabla "6" del Decreto Supremo. Esta información debe ligarse al año de fabricación de la unidad y a la Inercia Equivalente (calculada a partir de la potencia de ensayo), por lo que todos los vehículos que fueron analizados bajo tabla "6" y que carecen de esta información fueron desechados de la base de datos.
ANO_FABRICACION	Al igual que el campo anterior, es necesario únicamente en el caso de los vehículos evaluados utilizando la tabla "6" del Decreto Supremo. En el caso de estos vehículos, cuando esta información no se incluía, se eliminaron los registros.

Por otra parte y con el objeto de evaluar únicamente aquellas pruebas en las que no se tiene evidencia de una mala lectura de emisiones (mismas que pudieran afectar el resultado final de dicha evaluación), se realizaron análisis respecto a la congruencia de los resultados en la medición del dióxido de carbono, del oxígeno y del monóxido de carbono; eliminando aquellas que presentan valores de emisiones imposibles de ocurrir en un proceso normal de combustión interna.

Por otra parte y con el objeto de tener una mejor evaluación respecto a lo que ocurriría al aplicar nuevos límites al parque vehicular de la RM, solamente se dejó la información correspondiente a una sola verificación de emisiones por matrícula vehicular, eligiéndose la prueba de emisiones más reciente registrada en la base de datos para cada vehículo.

Se detectaron vehículos cuya matrícula está registrada en más de una ocasión ya sea porque la unidad estuvo requerida para fiscalización de sus emisiones durante dos veces en un año, o porque presentó una o más mediciones con resultado reprobatorio en la evaluación de gases y finalmente logró aprobar o sigue sin hacerlo; o porque aprobó en su evaluación de gases pero no así en la revisión de seguridad, por lo que al presentar nuevamente la evaluación de seguridad, el sistema duplica las emisiones obtenidas en el proceso en el cual el vehículo fue aprobado.

Considerando que la evaluación de los nuevos límites de emisión se aplican a unidades y no a pruebas de revisión de gases, es que se eliminan todos los datos (excepto el más reciente) para cada matrícula, con lo que se evita que la información sobre la que parte la evaluación, contenga datos duplicados o triplicados que afecten el resultado final.