

INFORME DE RESULTADOS

LIC 04/10

ACTUALIZACIÓN MEMORIA DE CÁLCULO DE EMISIONES

AEROPUERTO ARTURO MERINO BENÍTEZ, AÑO 2014

Preparado por:

Algoritmos →



Servicios de Asesoría
en Monitoreo Calidad del Aire
y Modelación Atmosférica.

Para:



Agosto, 2015

INFORME DE RESULTADOS

LIC 04/10

ACTUALIZACIÓN MEMORIA DE CÁLCULO DE EMISIONES

AEROPUERTO ARTURO MERINO BENÍTEZ, AÑO 2014

Preparado Para:



Versión del Documento				F-1	
Responsable Elaboración		Responsable Revisión		Responsable Aprobación	
Nombre:	Daniel Rogel	Nombre:	Juan Carlos Yáñez	Nombre:	Hugo Luarte
Cargo:	Ingeniero de Proyecto	Cargo:	Jefe Área de Modelación	Cargo:	DGAC
Fecha:	11-08-2015	Fecha:	11-08-2015	Fecha:	
Firma:		Firma:		Firma:	

Agosto, 2015

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1	Introducción.....	1
2	Descripción del Modelo Utilizado	2
3	Metodología de Cálculo de Emisiones.....	3
3.1	Fuentes Internas Asociadas al Aeropuerto AMB.....	6
3.1.1	Aeronaves	6
3.1.2	Equipo de Soporte en Tierra y Unidades de Poder Auxiliar (GSE/APU).....	10
3.1.3	Fuentes Estacionarias.....	11
3.1.4	Fuentes Móviles.....	16
3.2	Fuentes Externas	23
3.2.1	Quemas Agrícolas	23
3.2.2	Erosión Eólica en Sector de Extracción de Pumicita	25
4	Tasas de Emisión Resultante	29
4.1	Tasas de Emisión de Fuentes Internas del Aeropuerto AMB	29
4.1.1	Aeronaves	29
4.1.2	Grupos de Soporte Terrestre (GSE).....	29
4.1.3	Unidades de Energía Auxiliar (APU)	30
4.1.4	Fuentes Estacionarias.....	31
4.1.5	Tránsito de Vehículos por Caminos de Acceso	31
4.1.6	Tránsito de Vehículos por Estacionamientos	32
4.2	Tasas de Emisión de Fuentes Externas	33
4.2.1	Quemas Agrícolas	33
4.2.2	Erosión Eólica.....	34
4.3	Tasas de Emisión.....	34
5	Análisis Comparativo Inventarios 2013 y 2014	36
5.1	Aeronaves	36
5.2	Grupos de Soporte Terrestre (GSE).....	37
5.3	Unidades de Energía Auxiliar (APUs)	38
5.4	Fuentes Móviles.....	39
5.4.1	Tránsito de Vehículos en Caminos de Acceso	39
5.4.2	Tránsito de Vehículos en Estacionamientos	40
5.5	Fuentes Estacionarias.....	41
5.6	Emisiones Totales	42
6	Conclusiones	43
7	Anexo I	45

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla Nº 1 Listado de Aeronaves y Ciclos LTO, año 2014	8
Tabla Nº 2 Características Técnicas y de Operación de las Fuentes Estacionarias	12
Tabla Nº 3 Características Técnicas y de Operación de las Fuentes Estacionarias	15
Tabla Nº 4 Clasificación de vehículos.....	18
Tabla Nº 5 Caminos considerados en Conteo Vehicular.....	18
Tabla Nº 6 Sector de Estacionamientos y Flujo Vehicular Asociado.....	19
Tabla Nº 7 Total de Vehículos y Porcentaje Equivalente por Caminos de Acceso.....	19
Tabla Nº 8 Flujo de Vehículos y Porcentaje, según tipo de vehículo	21
Tabla Nº 9 Flujo Vehicular considerado en cada Área de Estacionamiento	22
Tabla Nº 10 Factores de Emisión y Cargas de Combustible por Quemas Agrícolas	24
Tabla Nº 11 Sectores identificados con Quemas Agrícolas	25
Tabla Nº 12 Tasas de Emisión de las Aeronaves, Operación Año 2014	29
Tabla Nº 13 Tasas de Emisión de Grupos de Soporte Terrestre, Operación Año 2013	30
Tabla Nº 14 Tasas de Emisión de Unidades de Energía Auxiliar, Operación año 2014.....	30
Tabla Nº 15 Tasas de Emisión de Fuentes Estacionarias, Operación año 2014	31
Tabla Nº 16 Tasas de Emisión de Tránsito en Caminos de Acceso, Operación año 2014 .	31
Tabla Nº 17 Tasas de Emisión de Tránsito en Caminos de Acceso, Operación año 2014 .	32
Tabla Nº 18 Tasas de Emisiones de Quemas Agrícolas, año 2014 (ton/año)	33
Tabla Nº 19 Tasas de Emisión Total Aeropuerto AMB, Año 2014	35
Tabla Nº 20 Variación de las Tasas de Emisión de Aeronaves	36
Tabla Nº 21 Variación de las Tasas de Emisiones de GSE	37
Tabla Nº 22 Variación de Tasas de Emisiones de APUs (ton/año)	38
Tabla Nº 23 Comparación Flujo Vehicular Total.....	39
Tabla Nº 24 Variación de Tasas de Emisión de Tránsito por Caminos de Acceso (ton/año)	39
Tabla Nº 25 Variación de Tasas de Emisión de Estacionamientos (ton/año)	40
Tabla Nº 26 Variación de Tasas de Emisión de Fuentes Estacionarias (ton/año)	41
Tabla Nº 27 Variación de Tasas de Emisiones Totales	42

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1 Ubicación Espacial de Caminos, Calles de Rodaje y Pistas	4
Figura N° 2 Ubicación Espacial de las Dependencias de Aeropuerto	5
Figura N° 3 Ingreso de Datos al Modelo EDMS, Grupos Electrógenos	13
Figura N° 4 Ingreso de Datos al Modelo EDMS, Calderas	13
Figura N° 5 Ubicación del Sector de Extracción Pumicita	28

1 Introducción

El presente documento da cuenta de los resultados obtenidos al realizar la memoria de cálculo correspondiente a las emisiones de material particulado respirable MP_{10} , material particulado respirable fino $MP_{2,5}$, monóxido de carbono (CO), gases orgánicos totales (TOG), hidrocarburos no metánicos (NMHC), compuestos orgánicos volátiles (VOC), óxidos de nitrógeno (NO_x) y sulfuros (SO_x), generadas por las actividades asociadas al Aeropuerto Arturo Merino Benítez (en adelante, Aeropuerto AMB), durante el año 2014.

El inventario de Emisiones año 2014, considera además de las operaciones en Aeropuerto AMB, el flujo vehicular que accede a las distintas áreas del recinto y las emisiones de fuentes externas, como las quemas agrícolas y efectos de la erosión eólica en el sector suroeste del Aeropuerto AMB, donde existe extracción de pumicita.

Para el cálculo de las emisiones asociadas a las actividades de operación del Aeropuerto AMB se utilizó el Modelo EDMS, el cual fue desarrollado por Federal Aviation Administration (FAA) en conjunto con United State Air Force (USAF). El Modelo permite generar un inventario de emisiones en base a fuentes que se encuentran en y alrededor de los Aeropuertos Civiles.

Por otra parte el Modelo Emission Dispersion Modelling System (EDMS) emplea la base de datos de emisiones de los motores de aeronaves de la Federal Aviation Administration (FAA) de los EEUU.

Para las fuentes externas, el cálculo de las emisiones se realizó en base a los factores de emisión definidos en el documento "Guía para la Estimación de Emisiones Atmosféricas de Proyecto Inmobiliarios, CONAMA Región Metropolitana, 2012" y California Air Resources Board 2005 (CARB) mediante el documento "Section 7.17 Agricultural Burning and Other Burning Methodology".

2 Descripción del Modelo Utilizado

El Modelo Emission Dispersion Modelling System (EDMS) es un sistema integrado de información, que permite evaluar los impactos de calidad del aire de las actividades aeroportuarias, principalmente provenientes de la aviación, siendo estas: Aeronaves, Unidades de Energía Auxiliar (APU), Equipo de Apoyo en Tierra (GSE), Vehículos de acceso y Fuentes estacionarias.

El Modelo EDMS incluye el cálculo de las emisiones, para lo cual cuenta con una actualización de las últimas aeronaves, una base de datos con los factores de emisión por modelo de aeronave y tipo de motor específico, estipulados por la Organización Internacional de Aviación Civil (OACI).

Otro elemento importante que conforma a este Modelo, es la integración en su sistema de factores de emisión asociados a los vehículos el Modelo MOBILE6 validado por la Agencia de Protección Ambiental EPA, el que realiza la predicción de las emisiones de Hidrocarburos, Monóxido de Carbono, Dióxidos de Nitrógeno, Dióxido de Carbono y Material Particulado, provenientes de automóviles, camiones y motos en diversas condiciones.

Cabe mencionar que la Federal Aviation Administration (FAA) en 1998 revisa la metodología de los procedimientos de modelación del Modelo EDMS para análisis de la calidad del aire proveniente de fuentes aeroportuarias, concluyendo que estos presentan coherencia y calidad en dicha metodología.

3 Metodología de Cálculo de Emisiones

La metodología utilizada en el cálculo de emisiones, considera las fuentes de emisión generadas por las actividades asociadas al Aeropuerto Arturo Merino Benítez y las generadas por fuentes externas.

A continuación se detallan las fuentes consideradas, las cuales son identificadas y agrupadas según las definiciones del Modelo EDMS, además se presentan las fuentes externas consideradas en el Inventario de Emisiones.

Fuentes asociadas a las actividades del Aeropuerto AMB

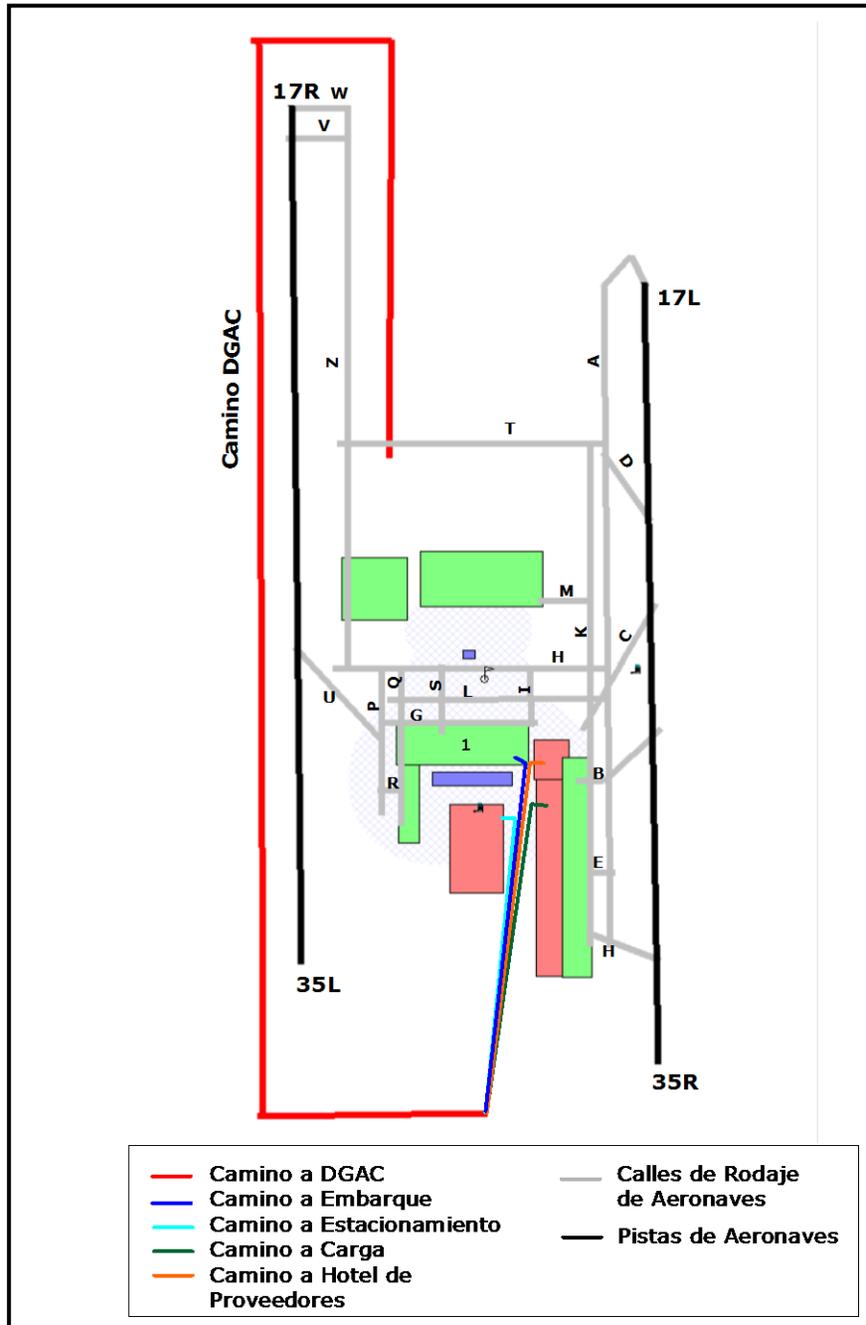
- Aeronaves
- Equipos de Soporte en Tierra y Unidades de Poder Auxiliar (GSE/APU)
- Fuentes Móviles como el flujo vehicular en vías de acceso a las distintas áreas del Aeropuerto AMB y en los estacionamientos
- Fuentes estacionarias

Fuentes Externas

- Quemadas agrícolas
- Erosión eólica asociada a sector de extracción de pumicita

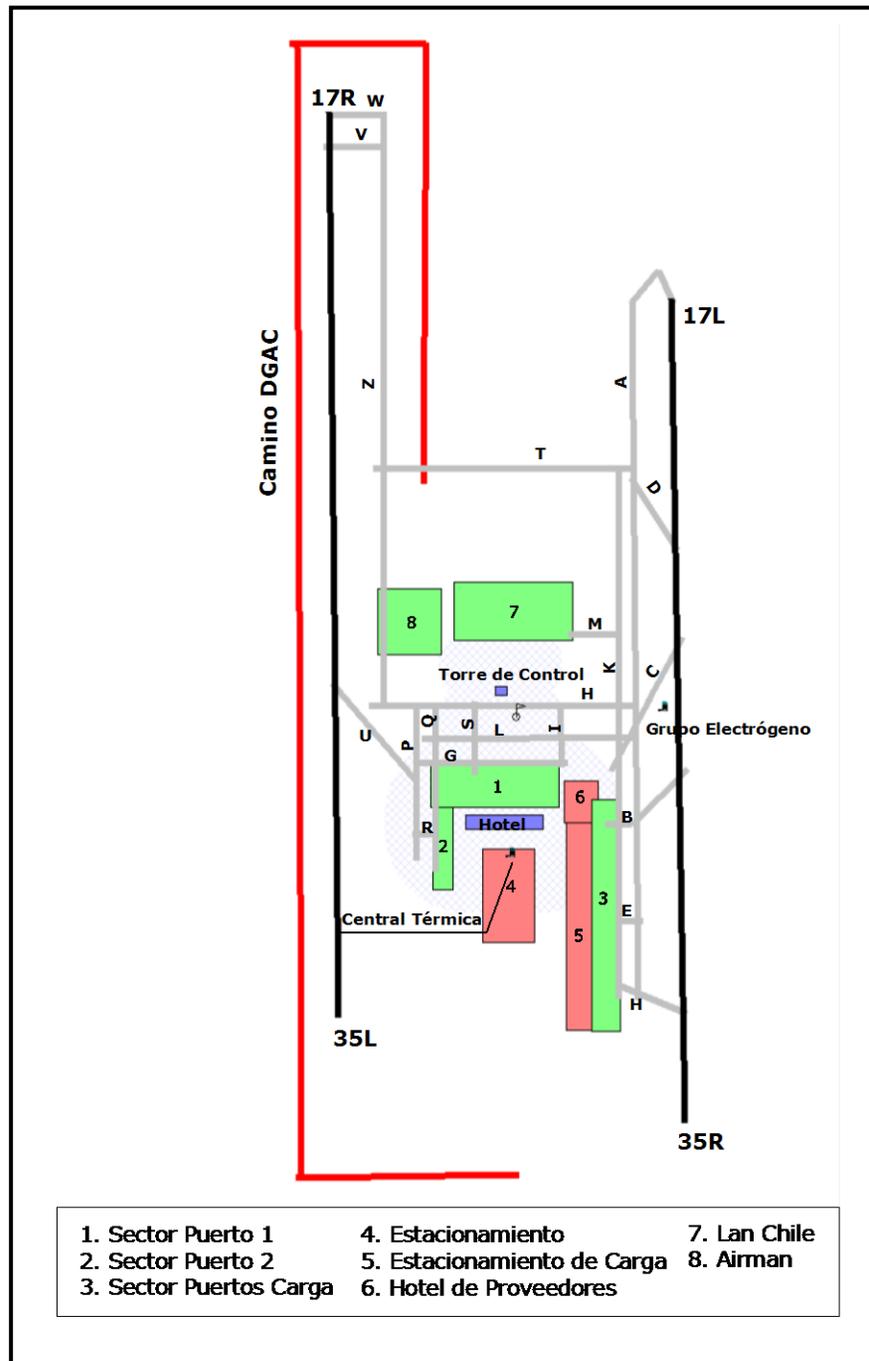
En las Figura N° 1 y Figura N° 2, se muestra la ubicación espacial de forma esquemática de las distintas fuentes asociadas a las actividades desarrolladas por Aeropuerto AMB, caminos de acceso a las distintas áreas del aeropuerto, pistas y calles de rodaje, zonas de estacionamientos, edificios y puertos de embarque.

Figura N° 1
Ubicación Espacial de Caminos, Calles de Rodaje y Pistas



Fuente: Algoritmos 2015.

Figura N° 2
Ubicación Espacial de las Dependencias de Aeropuerto



Fuente: Algoritmos 2015.

3.1 Fuentes Internas Asociadas al Aeropuerto AMB

3.1.1 Aeronaves

El estudio de las emisiones de las aeronaves está centrado en aquellas etapas del vuelo correspondientes al denominado ciclo de aterrizaje y despegue o Ciclo LTO (Landing and Take –Off Cycle), el que se encuentra compuesto por 5 maniobras o modos de operación, los cuales corresponden a: movimiento en tierra de la aeronave desde la puerta de embarque a la pista y viceversa, la aproximación, el despegue y el ascenso.

Cabe mencionar, que el cálculo de emisiones en base al ciclo LTO no considera aquella porción del vuelo cuando la aeronave se encuentra sobre la capa de mezcla atmosférica, puesto que los contaminantes tienden a dispersarse y no tienen efectos a nivel superficial, por el contrario, bajo la capa de mezcla las condiciones atmosféricas muestran un estado relativamente estable por lo que las emisiones quedan atrapadas bajo la inversión provocando un efecto en la calidad del aire en la zona.

La altura de la capa de mezcla considerada, se encuentra establecida por defecto en el Modelo EDMS y que corresponden a 914,4 metros, altura promediada en base a información meteorológica del Aeropuerto AMB.

a. Método de Cálculo

La metodología utilizada para la estimación de las emisiones provenientes de las aeronaves y establecidas por la Federal Aviation Administration Office of Environmental and Energy Washington (FAA) y aplicadas en el Modelo EDMS, incorpora los siguientes pasos en la estructura sistémica del Modelo EDMS.

- Determinar altura de la capa de mezcla
- Definir la flota de nave en operación en Aeropuerto AMB
- Determinar el nivel de actividad del Aeropuerto AMB
- Estimación de cada uno de los tiempos utilizados en los ciclos LTO
- Factor de emisión a utilizar
- Calcular emisiones en base al nivel de operación y tipo de aeronave presente en el Aeropuerto AMB

Las emisiones totales por ciclo LTO para un tipo de avión dado, son calculadas con la siguiente ecuación:

$$E_{ij} = TIM_{jk} \times \left(\frac{FF_{jk}}{1000} \right) \times EF_{ijk} \times NE_j \quad (1)$$

E_{ij} : Emisiones Totales (ton/año)

TIM_{jk} : Tiempo en minutos asociado al modo k para un avión tipo j

FF_{jk} : Flujo de combustible para el modo k (kg/min) para cada motor usado en el tipo de avión j

EF_{ijk} : Factor de emisión (g/kg) para el contaminante i para un tipo de avión j operando en el modo k del ciclo LTO.

NE_j : Número de motores usados en un tipo de avión j

b. Factor de Emisión

El Modelo EDMS posee en su base de datos los factores de emisión asociados a cada modelo de aeronave y tipo de motor específico.

Cabe mencionar, que en el caso de las aeronaves que presentan operación en el Aeropuerto AMB y de las cuales no exista registro en la base de datos del modelo, se consideró el factor de la aeronave y motor más representativo del grupo.

c. Nivel de Actividad

El nivel de actividad de las aeronaves se encuentra definido por el número de Ciclos LTO y el tiempo asociado a cada una de las fases, simulando duración y estado de carga del motor durante la fase de aproximación a la pista, movimiento sobre la pista, despegue y ascenso.

Una vez realizado el cálculo para cada tipo de aeronave, las emisiones totales se calculan multiplicando las emisiones de un ciclo por la cantidad de ciclos LTO que ese tipo de avión realizó en el año de estudio. Por lo que para obtener las emisiones totales de toda la flota se suman los cálculos realizados para cada tipo de aeronave.

A continuación en la Tabla N° 1, se presenta el listado de las aeronaves que operaron en el Aeropuerto AMB durante el año 2014, información proporcionada por la Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC).

Cabe mencionar que la información presentada en la Tabla N° 1 fue generada en base a un listado de aeronaves entregado por la DGAC respecto de las operaciones del año 2014.

Tabla N° 1
Listado de Aeronaves y Ciclos LTO, año 2014

MODELO	Ciclo LTO
AIRBUS A319-100 SERIES	14.230
AIRBUS A320-200 SERIES	31.099
AIRBUS A321-200 SERIES	423
AIRBUS A330-200 SERIES	488
AIRBUS A340-300 SERIES	439
AIRBUS A340-600 SERIES	396
BOEING 707-300 SERIES	5
BOEING 727-200 SERIES	5
BOEING 737-200 SERIES	165
BOEING747-200SERIES	4
BOEING747-400SERIES	487
BOEING747-8	113
BOEING777-200SERIES	333
BOEING777-300SERIES	1.164
BOEING787-8DREAMLINER	1.378
BOEING MD-11	351
CESSNA 150 SERIES	5
CESSNA 172 SKYHAWK	264
CESSNA 182	18
CESSNA 206	31
CESSNA 208 CARAVAN	21
CESSNA 210 CENTURION	2
CESSNA 421 GOLDEN EAGLE	13
DASSAULT FALCON 50	2
DASSAULT FALCON 900	89
DORNIER 228-100 SERIES	638
DORNIER 328-100 SERIES	178
EADS SOCATA TBM-700	40
EMBRAER ERJ190	1.255
GULFSTREAM G100	2
GULFSTREAM G150	23
GULFSTREAM G200	183
GULFSTREAM G280	3
GULFSTREAM G400	138
GULFSTREAM G500	45
GULFSTREAM G650	3
MITSUBISHI MU-300 DIAMOND	13
PILATUS PC-12	13
PIPER PA-31 NAVAJO	209
RAYTHEON BEECH 55 BARON	2

<i>MODELO</i>	<i>Ciclo LTO</i>
RAYTHEON BEECH 99	584
RAYTHEON BEECH BARON 58	404
RAYTHEON BEECH BONANZA 36	1
RAYTHEON BEECHJET 400	55
RAYTHEON HAWKER 4000 HORIZON	11
RAYTHEON HAWKER 800	121
RAYTHEON HAWKER 900	8
RAYTHEON KING AIR 100	1
RAYTHEON SUPER KING AIR 200	430
RAYTHEON SUPER KING AIR 300	157
OTRAS AERONAVES	14.639
Total de Ciclos año 2014	70.681

Fuente: DGAC 2015.

3.1.2 Equipo de Soporte en Tierra y Unidades de Poder Auxiliar (GSE/APU)

Los grupos de soporte en tierra corresponden a unidades móviles que abastecen a la aeronave, ya sea en el traslado, transporte de carga, servicios de combustible, entre otros, mientras que las unidades de poder auxiliar corresponden a sistemas que proveen de energía a las aeronaves cuando se encuentran fuera de los puertos.

a. Método de Cálculo

El cálculo de las emisiones para los equipos GSE y unidades de poder auxiliar APU se realiza mediante la siguiente ecuación:

$E_{GSE} = P \times LF \times U \times EI$	(2)
--	-----

Donde

E_{GSE} : Emisiones (ton/año)

P : Potencia del Equipo (hp)

LF : Factor de carga (%)

U : Horas de uso

EI : Factor de emisiones por contaminante de acuerdo al tipo de motor y combustible utilizado

b. Factor de Emisión

El Modelo EDMS tiene en su base de datos los grupos de soporte en tierra y unidades de poder auxiliar dependiendo del tipo de aeronave, por lo cual los factores de emisión son los asociados a cada uno de ellos y consideran factores de carga y potencia, información que se encuentra integrada en el Modelo.

c. Nivel de Actividad

El nivel de actividad está representado por el tiempo de funcionamiento, el cual depende de la aeronave en análisis y los equipos asociados a ésta, información integrada en el Modelo EDMS. Cabe mencionar que el uso de los puentes de embarque por parte principalmente de aeronaves del tipo AirBus y Boeing, reduce la utilización de APUs.

3.1.3 Fuentes Estacionarias

Las fuentes estacionarias en Aeropuerto AMB se encuentran representadas por calderas y grupos electrógenos ubicados en distintos lugares del Aeropuerto AMB.

a. Calderas

- Método de Cálculo

La ecuación general para determinar las emisiones de las calderas, se define a continuación.

$E = Fe \times C$	(3)
-------------------	-----

En donde:

- E : Emisión (kg/año)
- Fe : Factor de Emisión Calderas (kg/10³L)
- C : Consumo de Combustible (10³L/año)

En cuanto al consumo de combustible, éste se determina a través de la siguiente ecuación:

$C = \frac{Pe}{\%ef \times Pc}$	(4)
---------------------------------	-----

En donde:

- C : Consumo de Combustible (10³L/año)
- Pe : Potencia equivalente (kcal/hora)
- $\%ef$: Porcentaje de eficiencia
- Pc : Poder calorífico (kcal/10³ L)

- Factor de Emisión

Los factores de emisión utilizados en el Modelo EDMS se encuentran en la base de datos del sistema y corresponden a los factores de emisión definidos en el documento "AP 42, Fifth Edition, Compilation of Air Pollutant Emission Factors, Volume 1: Stationary Point and Area Sources, United States – Environmental Protection Agency".

- Nivel de Actividad

La siguiente Tabla, presenta los valores de potencia equivalente, el poder calórico y las horas de operación al año, necesarios para determinar el consumo de combustible anual, de acuerdo a lo expresado en la ecuación (4). En cuanto al porcentaje de eficiencia, se consideró un 50%.

Tabla N° 2
Características Técnicas y de Operación de las Fuentes Estacionarias

Organización	Fuente Emisora	Tipo Combustible	Potencia equivalente (kcal/hora)	Poder Calórico (Kcal/Kg)	Horas de operación al año	Consumo Combustible (10³L/año)
SCL	Caldera 1	Gas Licuado	941	11.900	2.880	0,8
SCL	Caldera 2	Gas Licuado	1.980	11.900	2.880	1,7
SCL	Caldera 3	Gas Licuado	1.980	11.900	2.880	1,7
SCL	Caldera 4	Gas Licuado	909	11.900	2.880	0,8
HOTEL HOLYDAY	Caldera 1	Petróleo DIESEL N°2	500.000	12.100	8.760	766,1
HOTEL HOLYDAY	Caldera 2	Petróleo DIESEL N°2	500.000	12.100	8.760	766,1
SKY CHEFS	Caldera 1	Gas Licuado	400	11.900	5.475	0,5
SKY CHEFS	Caldera 2	Gas Licuado	187	11.900	5.475	0,3
SKY CHEFS	Caldera 3	Gas Licuado	1.500	11.900	5.475	2,0
ANDES	Caldera 1	Gas Licuado	137.569	11.900	8.640	363,2
ANDES	Caldera 2	Gas Licuado	137.569	11.900	8.640	363,2
LAN	Caldera 1	Gas Licuado	210.000	11.900	2.920	187,4
LAN	Caldera 2	Gas Licuado	385.469	11.900	2.920	343,9
LAN	Caldera 3	Gas Licuado	1.383.000	11.900	2.920	1234,0
AIRMAN LTDA	Caldera 1	Gas Licuado	52.193	11.900	9.000	143,5

Fuente: DGAC 2015.

Figura N° 3
Ingreso de Datos al Modelo EDMS, Grupos Electr6genos

The screenshot shows the 'Ingreso de Datos al Modelo EDMS, Grupos Electr6genos' window. It is divided into several sections:

- Available:** Lists units FE37 and FE9.
- In Study:** Lists units FE1 through FE22, with FE1 selected.
- Category & Type:**
 - Emergency Generator
 - Diesel Fuel (EPA Methodology)
 - Hours Operated: Yearly (15), Peak (0)
 - Operational Profiles: Qtr-Hourly (DEFAULT), Daily (DEFAULT), Monthly (DEFAULT)
- Dispersion Parameters:**
 - Point selected, # of Points: 1
 - Table with columns X (meters) and Y (meters), both set to 0.00.
 - Fields for Elevation, Rel. Height, Gas Velocity, and Temperature.
- Emission Parameters:**
 - Use Default Values for Critical Emission Parameters checked.
 - Table of parameters and values:

Parameter Name	Value	Units
CO EF	3.030	grams/hp-hr
TOC EF	1.140	grams/hp-hr
NOx EF	14.000	grams/hp-hr
SOx EF	0.930	grams/hp-hr
PM-10 EF	0.998	grams/hp-hr
CO Pollution Control Factor	0	%
TOC Pollution Control Factor	0	%
NOx Pollution Control Factor	0	%
SOx Pollution Control Factor	0	%
PM-10 Pollution Control Factor	0	%
Power Rating	1340	horsepower

Fuente: Modelo EDMS

Figura N° 4
Ingreso de Datos al Modelo EDMS, Calderas

The screenshot shows the 'Ingreso de Datos al Modelo EDMS, Calderas' window. It is divided into several sections:

- Available:** Lists units FE37 and FE9.
- In Study:** Lists units FE38 through FE8, with FE51 selected.
- Category & Type:**
 - Boiler/Space Heater
 - Fuel Oil: Commercial Boiler <100 Million BTU/hr, Distillate Oil
 - Kiloliters Used: Yearly (936.8), Peak (0.03)
 - Operational Profiles: Qtr-Hourly (DEFAULT), Daily (DEFAULT), Monthly (DEFAULT)
- Dispersion Parameters:**
 - Point selected, # of Points: 1
 - Table with columns X (meters) and Y (meters), both set to 0.00.
 - Fields for Elevation, Rel. Height, Gas Velocity, and Temperature.
- Emission Parameters:**
 - Use Default Values for Critical Emission Parameters checked.
 - Table of parameters and values:

Parameter Name	Value	Units
CO EI	0.600	Kg/Kiloliter
TOC EI	0.067	Kg/Kiloliter
NOx EI	2.400	Kg/Kiloliter
SOx EI	17.300	Kg/Kiloliter - %Sulfur
PM-10 EI	0.129	Kg/Kiloliter
Fuel Sulfur Content	0.300	%
CO Pollution Control Factor	0	%
TOC Pollution Control Factor	0	%
NOx Pollution Control Factor	0	%
SOx Pollution Control Factor	0	%
PM-10 Pollution Control Factor	0	%

Fuente: Modelo EDMS

b. Grupos Electr6genos

- M6todo de C6lculo

La ecuaci6n general para determinar las emisiones provenientes del Grupo Electr6geno, se define a continuaci6n.

$E = Fe \times P \times H / 1000$	(5)
-----------------------------------	-----

En Donde:

- E : Emisi6n Grupo Electr6geno (Kg/a6o)
- Fe : Factor de Emisi6n para Grupo Electr6geno (Kg/hp-hr)
- P : Potencia Grupo Electr6geno (hp)
- H : Horas de funcionamiento anual (hr/a6o)

- Factor de Emisi6n

Los factores de emisi6n utilizados en el Modelo EDMS, se encuentran en la base de datos del sistema y corresponden a los factores de emisi6n definidos en el documento "AP 42, Fifth Edition, Compilation of Air Pollutant Emission Factors, Volume 1: Stationary Point and Area Sources, United States – Environmental Protection Agency", Capitulo 3: Stationary Internal Combusti6n Sources, Secci6n 3.3: Gasoline and Diesel Industrial Engines, Tabla 3.3-1.

- Nivel de Actividad

El nivel de actividad corresponde a las horas de funcionamiento de los Grupos Electr6genos, informaci6n entregada por la DGAC.

En la siguiente Tabla se presenta las caracter6sticas t6cnicas y de operaci6n de cada Grupo Electr6geno.

Tabla N° 3
Características Técnicas y de Operación de las Fuentes Estacionarias

Organización	N° de Fuentes Emisoras	Potencia (hp)	Hora de funcionamiento anual
SCL	3	2010	104
HOTEL HOLYDAY	1	681	68
ANDES	1	429	30
YPF	1	9	20
SIAV	1	536	34
AERONEST	1	34	103
ENEX	1	75	60
FAST AIR	1	236	24
LAN CARGO	1	64	7
LAN CARGO	1	70	7
BASE MTTO	1	536	63
BASE MTTO	1	268	50
BASE MTTO	1	161	54
BASE MTTO	1	858	62
BASE MTTO	1	335	54
ZONAL CENTRAL DGAC	1	944	1
ZONAL CENTRAL DGAC	1	944	1
ZONAL CENTRAL DGAC	1	703	28,2
ZONAL CENTRAL DGAC	1	313	55
ZONAL CENTRAL DGAC	1	26	3,3
ZONAL CENTRAL DGAC	1	30	74,5
ZONAL CENTRAL DGAC	1	21	1
PTAS DGAC	1	312	8
DAP	1	54	24
AVIASUR	1	43	30
ALDEASA	1	16	20
SKY CHEFS	1	708	100
AIRMAN LTDA	1	241	90

Fuente: DGAC 2015.

3.1.4 Fuentes Móviles

Las fuentes móviles consideradas en la Actualización del Inventario de Emisiones de Aeropuerto AMB contemplan las emisiones fugitivas provenientes del flujo vehicular y su combustión, representado principalmente por vehículos de acercamiento a las distintas dependencias del recinto y el tránsito en áreas de estacionamiento.

En cuanto al tránsito de vehículos por caminos de acceso a las distintas áreas del Aeropuerto AMB se consideró en el Modelo EDMS, lo siguiente:

- Tránsito Camino DGAC, correspondiente al Flujo de vehículos que se dirigen al sector de la Torre de Control de la DGAC, dependencias de LAN, G-10 de la Fuerza Aérea de Chile, entre otros.
- Tránsito Camino Embarque, correspondiente al Flujo de vehículos que se dirigen al sector de embarque de pasajeros.
- Tránsito Camino Estacionamiento, correspondiente al Flujo de vehículos que se dirigen al sector de estacionamiento de pasajeros.
- Tránsito Camino Carga, correspondiente al Flujo de vehículos que se dirigen al sector de carga.
- Tránsito Camino Hotel de Proveedores, correspondiente al Flujo de vehículos que se dirigen al sector de Hotel de Proveedores.

Respecto del tránsito en áreas de estacionamiento se consideraron 3 zonas:

- Tránsito Estacionamiento de Pasajeros
- Tránsito Estacionamiento Hotel de Proveedores
- Tránsito Estacionamiento de Carga.

El flujo vehicular que ingresó al Aeropuerto AMB durante el año 2014 fue clasificado mediante un estudio realizado en terreno en el mes de julio del 2015. El estudio permitió obtener la distribución del flujo vehicular para cada área del aeropuerto y la clasificación por tipo de vehículos que circula en cada uno de los caminos de acceso. Los resultados del estudio se presentan en el ANEXO I.

a. Método de Cálculo

La ecuación general para determinar las emisiones de las fuentes móviles se define a continuación.

$E_i = Fe_i \times D_i$	(6)
-------------------------	-----

Dónde:

- E_i : Emisión según tipo de vehículo i (kg/año)
- Fe_i : Factor de emisión según tipo de vehículo i (kg/veh-km)
- D_i : Distancia total recorrida según tipo de vehículo i (veh-km/año)

b. Factor de Emisión

Los factores de emisión utilizados en el Modelo EDMS, se encuentran en la base de datos del sistema y corresponden a los factores de emisión definidos en el modelo EPA MOBILE 6.2.

Los contaminantes considerados por el Modelo MOBILE e ingresados al Modelo EDMS corresponden a CO, VOC, TOG, NO_x, SO_x MP₁₀ y MP_{2,5}.

Cabe mencionar, que los factores de emisión utilizados por el Modelo EDMS, también dependen del año de fabricación de los vehículos considerados en el cálculo. Por lo anterior, se utilizó como año promedio de fabricación para todo tipo de vehículo el año 2012, que corresponde a la referencia de la última versión del modelo EDMS.

Tabla N° 4
Clasificación de vehículos

Clasificación Vehículos Conteo	Clasificación Factor de Emisión
Motocicletas	Vehículos a gasolina
Vehículos livianos	Vehículos a gasolina
Furgón	Vehículo DIESEL
Buses	Buses DIESEL
Camión 2 ejes	Camiones livianos DIESEL
Camión más de 2 ejes	Camiones pesados DIESEL

Fuente: Algoritmos 2015.

c. Nivel de Actividad

El nivel de actividad asociado al tránsito de vehículos y la combustión de éstos, se encuentra representado por el flujo vehicular según tipo de vehículo que transita por los caminos de acceso a las áreas del Aeropuerto y por la distancia de éstos.

En el caso de los estacionamientos, el nivel de actividad corresponde al número de vehículos que ingresa a estas áreas y la distancia recorrida hasta situarse en el estacionamiento.

- Flujo Vehicular

Para establecer el flujo vehicular se identificaron los caminos de acceso a las distintas áreas del Aeropuerto AMB y las áreas de estacionamiento, tal como se presenta en la Tabla N° 5 y Tabla N° 6.

Por otra parte en la Figura N° 1 y Figura N° 2 se presenta la ubicación de los caminos de acceso y las áreas de estacionamiento respectivamente.

Tabla N° 5
Caminos considerados en Conteo Vehicular

Camino	Origen	Destino
Camino DGAC	Punto Común ^a	Dependencias de DGAC
Camino Embarque	Punto Común	Sector de embarque de pasajeros
Camino Estacionamientos	Punto Común	Sector de estacionamientos de pasajeros
Camino Carga	Punto Común	Sector de estacionamiento de carga
Camino Hotel de Proveedores	Punto Común	Sector identificado como Hotel de Proveedores

Fuente: Algoritmos 2015.

^a Corresponde al lugar donde se dividen los caminos de acceso a las distintas áreas del Aeropuerto AMB.

Tabla N° 6
Sector de Estacionamientos y Flujo Vehicular Asociado

<i>Sector de estacionamientos</i>	<i>Flujo Asociado</i>
Sector de estacionamientos de Pasajeros	Flujo ingreso Camino Estacionamientos
Sector de estacionamiento de carga	Flujo ingreso Camino Carga
Sector identificado como Hotel de Proveedores	Flujo ingreso Camino Hotel de Proveedores

Fuente: Algoritmos 2015.

Cabe mencionar que los caminos presentados en la Tabla N° 5 con su respectivo origen y destino, corresponden a los ingresados al Modelo EDMS como fuentes móviles, para los cuales se realizó el cálculo de emisiones.

Posteriormente se definieron categorías de vehículos a considerar en el conteo para cada camino de acceso definido anteriormente, la cual se muestra en la Tabla N° 4.

Por otra parte, el flujo de ingreso considerado en las 3 áreas de estacionamiento, corresponde al flujo asignado para cada camino según el destino, como se presenta en la Tabla N° 6.

La cantidad de vehículos que transitan por los caminos y sectores anteriormente identificados, se estimó en base al estudio de flujo vehicular realizado en Aeropuerto (Anexo I). Los resultados de dicho estudio fueron aplicados al total vehículos registrados en el año 2014 por Aeropuerto AMB, ver Tabla N° 7.

Tabla N° 7
Total de Vehículos y Porcentaje Equivalente por Caminos de Acceso

<i>Caminos de Acceso</i>	<i>Porcentaje de vehículos por camino (%)</i>	<i>Flujo Total de vehículos Año 2014</i>	<i>Flujo vehículos según Camino, Año 2014</i>
Camino DGAC	11,8	8.857.308	1.045.162
Camino Embarque	42,9		3.799.785
Camino Estacionamientos	22,0		1.948.608
Camino Carga	10,7		947.732
Camino Hotel Proveedores	12,6		1.116.021

Fuente: Algoritmos 2015, en base al total de vehículos proporcionado por DGAC.

Posteriormente en el mismo documento, se estableció un porcentaje, de acuerdo al tipo de vehículo para cada camino de acceso, el cual fue aplicado al flujo de ingreso de vehículos estimados para el año 2014 por cada camino de acceso, el cual se presenta en la Tabla N° 8.

Cabe mencionar que el flujo vehicular establecido para los caminos de acceso en la Tabla N° 8 presenta los flujos de entrada a cada sector por lo cual se deben multiplicar por 2 para obtener el flujo total de vehículos para el año 2014 en cada camino de acceso, según lo establecido por el Modelo EDMS.

Respecto al tránsito al interior de los estacionamientos también es considerado en el Modelo EDMS como fuente de emisiones fugitivas, por lo cual se consideraron los mismos flujos de entrada de vehículos, según tipo de vehículo y para cada camino, como se definen en la Tabla N° 8.

Las áreas de estacionamientos consideradas son: Estacionamiento Pasajeros, Estacionamiento Hotel de Proveedores y Estacionamiento Carga. A continuación en la Tabla N° 9 se presenta el Flujo vehicular considerado para cada área según tipo de vehículo.

Cabe mencionar que el flujo vehicular requerido para su ingreso al Modelo EDMS, corresponde sólo a los flujos de entrada a los distintos estacionamientos.

Tabla N° 8
Flujo de Vehículos y Porcentaje, según tipo de vehículo

<i>Camino de Acceso</i>	<i>Tipo de Vehículo</i>	<i>Porcentaje según tipo de Vehículo (%)</i>	<i>Flujo de Vehículo según camino, Año 2014</i>	<i>Flujo según tipo de vehículos, Año 2014</i>
Camino DGAC	MOTO	3,5%	1.045.162	36.685
	VEHICULO LIVIANO	68,3%		713.950
	FURGÓN	19,1%		200.044
	BUS	5,2%		54.244
	CAMION 2 EJES	3,4%		35.222
	CAMIÓN MÁS 2 EJES	0,5%		5.017
Camino Embarque	MOTO	0,1%	3.799.785	3.800
	VEHICULO LIVIANO	77,5%		2.944.833
	FURGÓN	19,6%		744.758
	BUS	2,2%		83.595
	CAMION 2 EJES	0,5%		18.999
	CAMION MÁS 2 EJES	0,1%		3.800
Camino Estacionamiento	MOTO	0,1%	1.948.608	1.949
	VEHICULO LIVIANO	88,4%		1.722.569
	FURGÓN	10,8%		210.450
	BUS	0,5%		9.743
	CAMION 2 EJES	0,2%		3.897
Camino de Carga	MOTO	2,3%	947.732	21.798
	VEHICULO LIVIANO	40,7%		385.727
	FURGÓN	41,0%		388.570
	BUS	8,4%		79.609
	CAMION 2 EJES	7,1%		67.289
	CAMION MÁS 2 EJES	0,5%		4.739
Camino Hotel Proveedores	MOTO	1,6%	1.116.021	17.856
	VEHICULO LIVIANO	82,0%		915.137
	FURGÓN	8,7%		97.094
	BUS	3,1%		34.597
	CAMION 2 EJES	4,1%		45.757
	CAMION MÁS 2 EJES	0,5%		5.580

Fuente: Algoritmos 2015.

Tabla N° 9
Flujo Vehicular considerado en cada Área de Estacionamiento

<i>Estacionamientos</i>	<i>Tipo de Vehículo</i>	<i>N° de Vehículo^b</i>
Estacionamiento de Pasajeros	MOTO	1.949
	VEHICULO LIVIANO	1.722.569
	FURGÓN	210.450
	BUS	9.743
	CAMION 2 EJES	3.897
Estacionamiento Carga	MOTO	21.798
	VEHICULO LIVIANO	385.727
	FURGÓN	388.570
	BUS	79.609
	CAMION 2 EJES	67.289
	CAMION MÁS 2 EJES	4.739
Estacionamiento Hotel Proveedores	MOTO	17.856
	VEHICULO LIVIANO	915.137
	FURGÓN	97.094
	BUS	34.597
	CAMION 2 EJES	45.757
	CAMION MÁS 2 EJES	5.580

Fuente: Algoritmos 2015.

- Velocidad de los vehículos y distancia recorrida

La velocidad de tránsito en los caminos de acceso fue registrada en el estudio realizado en terreno y corresponde a la velocidad máxima permitida que se informa en la señalética de tránsito de cada camino siendo, 50 km/h en caminos de accesos, y a 30 km/h en sectores de estacionamientos.

La distancia recorrida por los vehículos en los caminos de acceso fue estimada por el Modelo EDMS mediante el ingreso de un plano georreferenciado del sector del Aeropuerto AMB^c.

Respecto de la distancia recorrida en las áreas de estacionamiento, ésta se corroboró en el estudio realizado en terreno, corresponde a 100 metros para el sector de Carga y Hotel de Proveedores y 200 metros en sector Estacionamiento de Pasajeros.

^b Flujo de entrada de vehículos

^c Diagrama de diseño presentado en la Figura N° 1 y Figura N° 2

3.2 Fuentes Externas

La actualización del Inventario de Emisiones para el año 2014 contempla las emisiones provenientes de fuentes externas, correspondientes a quemas agrícolas realizadas en las cercanías del Aeropuerto AMB en un radio de 5 km. aproximadamente y a la erosión eólica en sectores de extracción de pumicita.

3.2.1 Quemas Agrícolas

La DGAC mantiene catastros de incendios producidos en las cercanías del Aeropuerto AMB, mediante observación diaria desde las Oficinas de la Torre de Control Aéreo, y registros desarrollados por su Servicio de Salvamento y Extinción de Incendios SSEI. Por lo que para este Inventario se consideraron los catastros internos de DGAC año 2014.

En la combustión generada en las quemas agrícolas, se emiten diversos contaminantes a la atmósfera siendo los más importantes, el material particulado MP_{10} y $MP_{2,5}$, óxido de nitrógeno (NO_x), dióxido de azufre (SO_2), compuestos orgánicos volátiles (COV) y monóxido de carbono (CO).

a. Método de Cálculo

El método de cálculo se basa en lo presentado por California Air Resources Board 2005 (CARB) mediante el documento "*Emission Factors for Open Burning of Agricultural Residues*", Section 7.17 "*Agricultural Burning and Other Burning Methodology*", el cual describe el cálculo de emisiones asociados a quemas de residuos agrícolas.

En dicho documento se describen factores de emisión para los distintos tipos de cultivos, tales como la quema de residuos agrícolas posterior a la cosecha y podas; disminución de pastizales y hierbas, entre otros. Junto con lo anterior, se presentan las cargas de combustibles por superficie consumida para cada tipo de material en quema.

Por lo anterior y debido a que no se tiene información sobre los materiales en quema, se consideró que la totalidad de las quemas agrícolas cuantificadas en las cercanías del aeropuerto son pastizales, según lo informado por la DGAC.

Por otra parte en la siguiente ecuación se presenta el cálculo de las emisiones totales por quemas de pastizales.

$E = FQ \times Cc \times Hc$	(7)
------------------------------	-----

Donde

E : Emisiones (kg/año)

FQ : Factor de emisión de quema (kg/ton)

Cc : Carga de combustible del material (ton/ha)

Hc : Área consumida por la quema (ha)

b. Factor de Emisión

A continuación en la siguiente Tabla se presentan los factores de emisión para cada contaminante y la carga de combustible del material en quema.

Tabla N° 10
Factores de Emisión y Cargas de Combustible por Quemas Agrícolas

Factores de Emisión Quemas Agrícolas (kg/ton)						Carga de combustible (ton/ha)
MP_{10}	$MP_{2,5}$	NO_x	SO_x	VOC	CO	
7,2	6,9	2,0	0,3	4,9	51,7	2,6

Fuente: Algoritmos 2015.

c. Nivel de Actividad

El nivel de actividad generado por las quemas agrícolas corresponde a las hectáreas consumidas por dicha acción, para lo cual se consideró un área de 0,05 hectáreas por cada incendio informado, debido a que no se tiene información sobre las superficies afectadas por las quemas.

Por otra parte, en base al catastro anual de quemas realizado por la DGAC en las cercanías del Aeropuerto AMB, se identificaron 12 sectores representativos ubicados alrededor de éste y que se presentan en la siguiente Tabla con las respectivas quemas cuantificadas y el área total consumida por esta acción.

Tabla N° 11
Sectores identificados con Quemadas Agrícolas

Sectores	N° de Quemadas Agrícolas, Año 2014	Área total consumida (ha)
Pista 17 L	10	0,50
Pista 17 R	1	0,05
Pista 35 R	3	0,15
Sector Norte Pista 17 R	17	0,85
Sector Norte Pista 17 L	14	0,70
Sector Sur Pista 35 L	1	0,05
Sector Sur Pista 35 R	33	1,65
Sector Este Pista 17 L	48	2,40
Sector Este Pista 17 R	8	0,40
Sector Oeste Pista 17 R	28	1,40
Sector Oeste Pista 17 L	1	0,05
Sector Oeste Pista 35 L	1	0,05

Fuente: Algoritmos 2015, en base a información proporcionada por DGAC.

3.2.2 Erosión Eólica en Sector de Extracción de Pumicita

El material particulado (MP_{10}) presente en una superficie expuesta al viento puede ser emitido a la atmósfera cuando las intensidades de los vientos sobrepasen un límite permitiendo el arrastre de las partículas.

En la comuna de Pudahuel, en donde se ubica el Aeropuerto AMB, se han identificado sectores donde existe una explotación de minas de pumicita (material de tipo ceniza volcánica con proporciones variables de piedra pómez y fragmentos de roca), los que generan polución permanente que se incrementa con las ráfagas de viento presentes en la zona, principalmente en épocas estivales donde los vientos aumentan su intensidad, siendo el más representativo en cuanto a su extensión y ubicación el área ubicada en el sector suroeste de la Pista 35L del Aeropuerto AMB, el cual se presenta en este estudio.

a. Método de Cálculo

La emisión generada por la erosión eólica se estimó mediante la ecuación 8:

$E = Fe \times A$	(8)
-------------------	-----

Donde

- E : Emisión por erosión eólica (kg/año)
- Fe : Factor de emisión de erosión eólica (kg/ha)
- A : Área expuesta a erosión (ha/año)

En donde el método del cálculo del factor por erosión eólica (kg/ha) de MP_{10} se realiza mediante la ecuación 9, la cual considera el porcentaje de finos del material y el porcentaje de tiempo en que el viento excede los 5,4 m/s.

$Fe = 1,9 \times \left(\frac{s}{1,5}\right) \times \left(\frac{f}{15}\right)$	(9)
---	-----

Donde

- Fe : factor de emisión por erosión (kg/ha)
- s : % de finos del material
- f : porcentaje del tiempo en que el viento excede los 5,4 m/s

Para el porcentaje de finos se ha considerado un promedio del 40%, valor extraído del Estudio "Caracterización de las Emisiones de Áridos y su posterior Evaluación y Control, CONAMA RM (1999)", Capítulo 3 "Emisiones de Material Particulado Región Metropolitana", el cual propone un rango de finos entre 30% y 50% para el material de tipo puzolana o pumicita.

Por otra parte, el porcentaje del tiempo en que el viento excede los 5,4 m/s es del 8,5%, cálculo realizado en base a información meteorológica de la estación ubicada en Aeropuerto AMB y proporcionada por la DGAC.

b. Nivel de Actividad

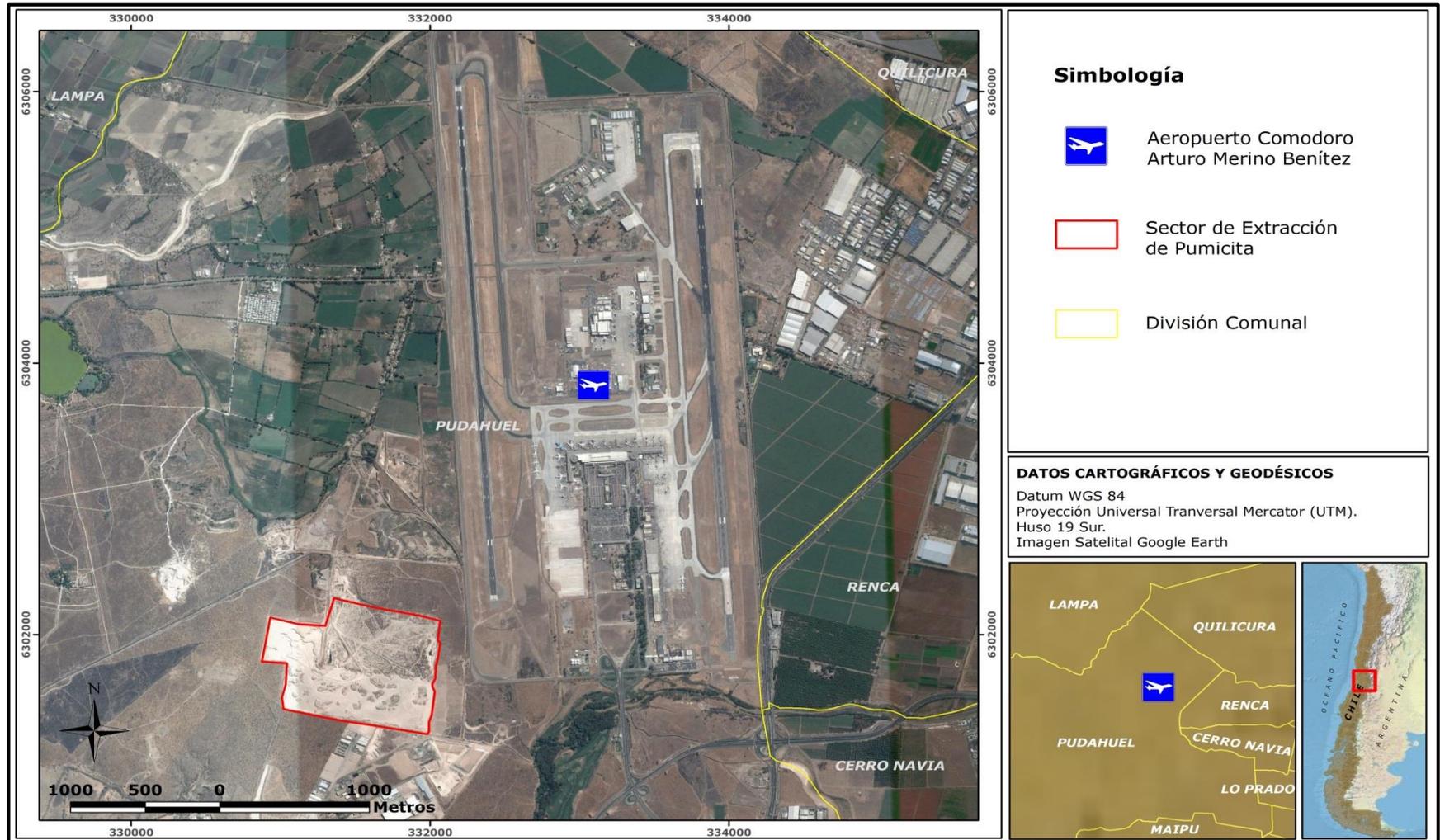
El nivel de actividad está representado por el área afectada por la erosión. La ubicación del terreno compuesto por pumicita y expuesto a erosión eólica fue proporcionada por la DGAC.

El área expuesta a erosión, se encuentra en el extremo sur-oeste del Aeropuerto AMB, como se muestra en la Figura N° 5.

Cabe mencionar que el área considerada fue calculada por el consultor en base a imagen extraída de Google EARTH.

De esta manera y en base a la información entregada el área afectada por erosión eólica corresponde a 94,8 hectáreas.

Figura N° 5
Ubicación del Sector de Extracción Pumicita



Fuente: Algoritmos 2015, en base a Google Earth.

4 Tasas de Emisión Resultante

Al multiplicar los factores de emisión por el nivel de actividad de cada fuente definida en las secciones anteriores, se obtienen las tasas de emisión total para MP₁₀ y MP_{2,5} y los gases monóxido de carbono (CO), gases orgánicos totales (TOG), hidrocarburos no – metánicos (NMHC), compuestos orgánicos volátiles (VOC), óxido de nitrógeno (NO_x) y sulfuros (SO_x).

4.1 Tasas de Emisión de Fuentes Internas del Aeropuerto AMB

A continuación se presentan las emisiones anuales de acuerdo a cada actividad realizada en las dependencias del Aeropuerto AMB para el año 2014.

4.1.1 Aeronaves

En la siguiente Tabla se muestran las emisiones generadas por las aeronaves.

Tabla N° 12
Tasas de Emisión de las Aeronaves, Operación Año 2014

Actividad Emisora	Tasas de Emisión (ton/año)								
	CO	THC	NMHC	VOC	TOG	NO _x	SO _x	MP ₁₀	MP _{2,5}
Aeronaves	94,715	18,952	21,887	21,769	21,897	331,837	21,346	2,079	2,079

Fuente: Algoritmos 2015.

En la Tabla anterior, se observa que las mayores emisiones corresponden a Óxidos de Nitrógeno NO_x, seguido por el Monóxido de Carbono CO.

4.1.2 Grupos de Soporte Terrestre (GSE)

La Tabla N° 13 presenta las emisiones provenientes de los Grupos de Soporte Terrestre asociados a cada aeronave.

Tabla N° 13
Tasas de Emisión de Grupos de Soporte Terrestre, Operación Año 2013

Actividad Emisora	Tasas de Emisión (ton/año)								
	CO	THC	NMHC	VOC	TOG	NOx	SOx	MP ₁₀	MP _{2,5}
Grupos de Soporte Terrestre (GSE)	239,521	N/A	7,863	8,197	9,017	26,762	0,602	0,915	0,875

Fuente: Algoritmos 2015.
N/A: No Aplica

En la Tabla anterior, se observa que las mayores emisiones de los Grupos de Soporte Terrestre asociados a cada aeronave, corresponden a Monóxido de Carbono (CO) seguido por los Óxidos de Nitrógeno (NO_x).

4.1.3 Unidades de Energía Auxiliar (APU)

Estas Unidades de Energía Auxiliar son las que suministran energía a las aeronaves las cuales pueden ir conectadas directamente a los puentes de embarque del Aeropuerto AMB o a generadores propios. Cabe mencionar que en el año 2014, según información entregada por la DGAC, del total de ciclos registrados el 85% utilizó los puentes de embarque, representados principalmente por aeronaves del tipo AirBus y Boeing.

En la Tabla N° 14 se presentan las emisiones generadas por estas Unidades.

Tabla N° 14
Tasas de Emisión de Unidades de Energía Auxiliar, Operación año 2014

Actividad Emisora	Tasas de Emisión (ton/año)								
	CO	THC	NMHC	VOC	TOG	NOx	SOx	MP ₁₀	MP _{2,5}
Unidades de Energía Auxiliar (APU)	4,563	0,366	0,423	0,421	0,423	13,733	1,437	1,044	1,044

Fuente: Algoritmos 2015.

En la Tabla anterior, se observa que las mayores emisiones asociadas al funcionamiento de Unidades de Energía Auxiliar, corresponden a Óxidos de Nitrógeno (NO_x) y Monóxido de Carbono (CO).

4.1.4 Fuentes Estacionarias

Las fuentes estacionarias consideradas, corresponden a la actividad desarrollada por calderas y grupos electrógenos situados cercano a los estacionamientos de pasajeros e incluye fuentes insertas en las concesiones del Aeropuerto AMB. A continuación, se presentan las emisiones generadas por este tipo de fuente.

Tabla N° 15
Tasas de Emisión de Fuentes Estacionarias, Operación año 2014

Actividad Emisora	Tasas de Emisión (ton/año)								
	CO	THC	NMHC	VOC	TOG	NO _x	SO _x	MP ₁₀	MP _{2,5}
Fuentes Estacionarias	3,184	N/A	1,559	1,625	1,949	15,824	8,478	0,875	0,829

Fuente: Algoritmos 2015.
N/A: No Aplica

En la Tabla anterior, se observa que las mayores emisiones corresponden a Óxidos de Nitrógeno (NO_x) y Óxido de azufre (SO_x).

4.1.5 Tránsito de Vehículos por Caminos de Acceso

A continuación se presentan las emisiones provenientes del tránsito de vehículos, las cuales incluyen tanto la combustión de los vehículos como el material particulado en suspensión de cada camino de acceso a las áreas del Aeropuerto AMB.

Tabla N° 16
Tasas de Emisión de Tránsito en Caminos de Acceso, Operación año 2014

Actividad Emisora	Tasas de Emisión (ton/año)								
	CO	THC	NMHC	VOC	TOG	NO _x	SO _x	MP ₁₀	MP _{2,5}
Caminos AMB	41,172	0,000	1,390	1,424	1,521	1,234	0,117	0,504	0,243

Fuente: Algoritmos 2015.

En la Tabla anterior, se observa que las mayores emisiones corresponden a Monóxidos de Carbono (CO) y a gases orgánicos totales (TOG).

4.1.6 Tránsito de Vehículos por Estacionamientos

A continuación se presentan las emisiones provenientes del tránsito de vehículos en los sectores de estacionamiento, las cuales incluyen tanto la combustión de los vehículos como el material particulado en suspensión de cada camino de acceso a las áreas del Aeropuerto AMB.

Tabla N° 17
Tasas de Emisión de Tránsito en Caminos de Acceso, Operación año 2014

Actividad Emisora	Tasas de Emisión (ton/año)								
	CO	THC	NMHC	VOC	TOG	NO _x	SO _x	MP ₁₀	MP _{2,5}
Estacionamientos	2,012	0,000	0,306	0,309	0,320	0,059	0,006	0,012	0,007

Fuente: Algoritmos 2015.

En la Tabla anterior, se observa que las mayores emisiones corresponden a Monóxidos de Carbono (CO).

4.2 Tasas de Emisión de Fuentes Externas

Como se mencionó en la Sección 3 del presente documento, las Fuentes Externas consideradas corresponden a las quemas alrededor del Aeropuerto AMB y la erosión eólica en área de explotación de pumicita.

Respecto a las quemas agrícolas, el Área de Medio Ambiente de la DGAC durante el año 2014 identificó el número de quemas y los lugares donde se produjeron.

4.2.1 Quemas Agrícolas

A continuación, en la Tabla N° 18 se presentan las emisiones generadas por las quemas agrícolas identificadas alrededor del Aeropuerto según los puntos de mayor ocurrencia de quemas.

Tabla N° 18
Tasas de Emisiones de Quemas Agrícolas, año 2014 (ton/año)

Sector	CO	THC	NMHC	VOC	TOG	NOX	SO2	MP10	MP2,5
Pista 17 L	0,0672	N/A	N/A	0,0064	N/A	0,0026	0,0004	0,0094	0,0090
Pista 17 R	0,0067	N/A	N/A	0,0006	N/A	0,0003	0,0000	0,0009	0,0009
Pista 35 R	0,0202	N/A	N/A	0,0019	N/A	0,0008	0,0001	0,0028	0,0027
Sector Norte Pista 17 R	0,1143	N/A	N/A	0,0108	N/A	0,0044	0,0007	0,0159	0,0152
Sector Norte Pista 17 L	0,0941	N/A	N/A	0,0089	N/A	0,0036	0,0005	0,0131	0,0126
Sector Sur Pista 35 L	0,0067	N/A	N/A	0,0006	N/A	0,0003	0,0000	0,0009	0,0009
Sector Sur Pista 35 R	0,2218	N/A	N/A	0,0210	N/A	0,0086	0,0013	0,0309	0,0296
Sector Este Pista 17 L	0,3226	N/A	N/A	0,0306	N/A	0,0125	0,0019	0,0449	0,0431
Sector Este Pista 17 R	0,0538	N/A	N/A	0,0051	N/A	0,0021	0,0003	0,0075	0,0072
Sector Oeste Pista 17 R	0,1882	N/A	N/A	0,0178	N/A	0,0073	0,0011	0,0262	0,0251
Sector Oeste Pista 17 L	0,0067	N/A	N/A	0,0006	N/A	0,0003	0,0000	0,0009	0,0009
Sector Oeste Pista 35 L	0,0067	N/A	N/A	0,0006	N/A	0,0003	0,0000	0,0009	0,0009
Total (ton/año)	1,1090	N/A	N/A	0,1051	N/A	0,0429	0,0064	0,1544	0,1480

Fuente: Algoritmos 2015.

En la Tabla anterior, se observa que las mayores emisiones generadas por las quemas agrícolas corresponden a monóxido de carbono CO, seguido del material particulado MP₁₀.

Cabe mencionar que las mayores emisiones se asocian al Sector Este de la Pista 17L, seguido por el Sector Sur Pista 35 R. En los cuales desarrollan frecuentemente quemas ilegales de residuos.

4.2.2 Erosión Eólica

La acción del viento como efecto erosivo se ve reflejado por el levantamiento de polvo a la atmósfera, que en este caso corresponde al MP_{10} y que afecta a un área al suroeste del Aeropuerto AMB, en la cual existe explotación de pumicita.

En base al área de explotación de pumicita correspondiente a 94,8 hectáreas, la emisión por erosión eólica alcanza las 2,72 ton/año de MP_{10} .

4.3 Tasas de Emisión

La siguiente Tabla, presenta de manera resumida las emisiones generadas tanto por el aeropuerto AMB, como por las fuentes externas.

Tabla N° 19
Tasas de Emisión Total Aeropuerto AMB, Año 2014

<i>Actividad Emisora</i>	<i>Tasas de Emisión (ton/año)</i>								
	<i>CO</i>	<i>THC</i>	<i>NMHC</i>	<i>VOC</i>	<i>TOG</i>	<i>NOx</i>	<i>SOx</i>	<i>MP₁₀</i>	<i>MP_{2,5}</i>
Aeronaves	94,715	18,952	21,887	21,769	21,897	331,837	21,346	2,079	2,079
Grupo de Soporte Terrestre	239,521	N/A	7,863	8,197	9,017	26,762	0,602	0,915	0,875
Unidad de Energía Auxiliar	4,563	0,366	0,423	0,421	0,423	13,733	1,437	1,044	1,044
Estacionamientos	2,012	0,000	0,306	0,309	0,320	0,059	0,006	0,012	0,007
Tránsito por Caminos de Acceso	41,172	0,000	1,390	1,424	1,521	1,234	0,117	0,504	0,243
Fuentes Estacionarias	3,184	N/A	1,559	1,625	1,949	15,824	8,478	0,875	0,829
Total Tasas de Emisión Fuentes Interior Aeropuerto AMB	385,167	19,318	33,428	33,745	35,127	389,449	31,986	5,429	5,077
Quemas Agrícolas	1,109	N/A	N/A	0,105	N/A	0,043	0,006	0,154	0,148
Erosión Eólica	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	2,720	N/A
Total Tasas de Emisión Fuentes Exterior Aeropuerto AMB	1,109	N/A	N/A	0,105	N/A	0,043	0,006	2,874	0,148
Total Tasas de Emisión Aeropuerto AMB	386,276	19,318	33,428	33,850	35,127	389,492	31,992	8,303	5,225

Fuente: Algoritmos 2015.
N/A: No Aplica

5 ANALISIS COMPARATIVO INVENTARIOS 2013 Y 2014

A continuación se presenta una comparación de las Tasas de Emisión resultantes por tipo de fuente entre los resultados presentados en la "Actualización Inventario de Emisiones Aeropuerto Arturo Merino Benítez, Año 2013" y los resultados obtenidos en el presente documento para el año 2014.

Cabe señalar que los porcentajes de variación negativos corresponden a la disminución de las tasas de emisión obtenidas para el año 2014 respecto de las tasas de emisión presentadas para el año 2013.

5.1 Aeronaves

El registro de operación del Aeropuerto AMB para el año 2014, correspondió a 70.681 Ciclos LTO totales.

En la Tabla N° 20, se muestra una comparación entre las Tasas de Emisión por contaminante resultantes para cada año.

Tabla N° 20
Variación de las Tasas de Emisión de Aeronaves

Contaminante	Toneladas al Año		% de variación
	2013	2014	
CO	104,844	94,715	-10
THC	19,811	18,952	-4
NMHC	22,901	21,887	-4
VOC	22,781	21,769	-4
TOG	22,903	21,897	-4
NOx	330,049	331,837	1
SOx	22,047	21,346	-3
MP-10	2,009	2,079	3
MP-2,5	2,009	2,079	3

Fuente: Algoritmos 2015.

En la Tabla anterior, se observa que las tasas de emisión de los contaminantes disminuyeron hasta un 10% mientras otros aumentaron entre un 1% y 3%. El incremento de las emisiones de NOx se debe al aumento de operación de aeronaves en el Aeropuerto AMB.

Cabe señalar que en el cálculo de las tasas de emisión se utilizan los tiempos asociados a cada ciclo de aterrizaje y despegue de las aeronaves, parámetros integrados en el Modelo EDMS, por lo cual dependen de la actualización de la versión de dicho Modelo y el tipo de aeronave.

5.2 Grupos de Soporte Terrestre (GSE)

Las tasas de emisión asociadas a los GSE para el año 2014 presentan una disminución en todos los contaminantes respecto de las emisiones presentadas para el año 2013, lo cual se observa en la Tabla N° 21.

Cabe mencionar que en el cálculo de las tasas de emisión obtenidas para el año 2014, se utilizaron los años de fabricación de cada Grupo de Soporte, valor por defecto asociado al Modelo EDMS.

Tabla N° 21
Variación de las Tasas de Emisiones de GSE

Contaminante	Toneladas al Año		% de variación
	2013	2014	
CO	245,954	239,521	-3
THC	N/A	N/A	N/A
NMHC	8,12	7,863	-3
VOC	8,465	8,197	-3
TOG	9,308	9,017	-3
NOx	27,939	26,762	-4
SOx	0,617	0,602	-2
MP-10	0,978	0,915	-6
MP-2,5	0,936	0,875	-7

N/A: No Aplica
Fuente: Algoritmos 2015.

5.3 Unidades de Energía Auxiliar (APUs)

Las Unidades de Energía Auxiliar son equipos que proveen de energía a las aeronaves, por lo tanto su funcionamiento es efectivo cuando las aeronaves no tienen conectado sus equipos a los respectivos puentes del Aeropuerto AMB.

En la Tabla N° 22, se presenta una comparación de las emisiones resultantes para el año 2014 y las presentadas en el Inventario 2013, en la cual se observa que las emisiones de todos los contaminantes aumentaron entre 34% y 58%.

Tabla N° 22
Variación de Tasas de Emisiones de APUs (ton/año)

Contaminante	Toneladas al Año		% de variación
	2013	2014	
CO	3,393	4,563	34
THC	0,260	0,366	41
NMHC	0,301	0,423	41
VOC	0,300	0,421	40
TOG	0,301	0,423	41
NOx	8,694	13,733	58
SOx	0,919	1,437	56
MP-10	0,685	1,044	52
MP-2,5	0,685	1,044	52

Fuente: Algoritmos 2015.

El incremento de emisiones más significativo corresponde a 58%, lo cual se produce debido a las operaciones de aeronaves. Lo anterior explica el crecimiento no proporcional de todos los contaminantes obtenidos, fluctuando desde un 34% a un 58%.

5.4 Fuentes Móviles

5.4.1 Tránsito de Vehículos en Caminos de Acceso

En el tránsito de vehículos en caminos de acceso se presenta una disminución de 3,3% en el flujo vehicular utilizado en el Inventario de Emisiones 2014 respecto del presentado en el Inventario para el año 2013, como se muestra en la Tabla N° 23.

Tabla N° 23
Comparación Flujo Vehicular Total

<i>Año de Registro</i>	<i>Flujo total de Ingreso a AMB</i>
2013	9.161.407
2014	8.857.308

Fuente: Algoritmos 2015 en base a información proporcionada por DGAC.

Cabe mencionar que la distribución del flujo vehicular en los caminos de acceso a las diferentes áreas del Aeropuerto se realizó en base a un conteo vehicular realizado en terreno.

A continuación, en la Tabla N° 24 se presenta la comparación entre las Tasas de Emisión obtenidas para el año 2014 y las presentadas en el Inventario 2013 provenientes del tránsito de vehículos en caminos de acceso.

Tabla N° 24
Variación de Tasas de Emisión de Tránsito por Caminos de Acceso
(ton/año)

<i>Contaminante</i>	<i>Toneladas al Año</i>		<i>% de variación</i>
	<i>2013</i>	<i>2014</i>	
CO	65,122	41,172	-37
THC	N/A	N/A	N/A
NMHC	1,679	1,390	-17
VOC	1,706	1,424	-17
TOG	1,8	1,521	-16
NOx	1,315	1,234	-6
SOx	0,142	0,117	-18
MP-10	0,508	0,504	-1
MP-2,5	0,238	0,243	2

N/A: No Aplica

Fuente: Algoritmos 2015.

En la tabla anterior se observa una disminución en las tasas de emisión de todos los contaminantes provenientes de la combustión de motores y tránsito en caminos, a excepción del MP_{2,5}. Cabe mencionar que se utilizó como referencia del año de fabricación de todos los vehículos el 2012, correspondiente a la última versión disponible en el modelo EDMS para determinar los factores de emisión de esta actividad.

5.4.2 Tránsito de Vehículos en Estacionamientos

Las tasas de emisión generadas por el tránsito de vehículos en las áreas de estacionamiento, presentan una disminución hasta un máximo de 46% correspondiente al CO, respecto del Inventario 2013, como se observa en la Tabla N° 25.

Tabla N° 25
Variación de Tasas de Emisión de Estacionamientos (ton/año)

Contaminante	Toneladas al Año		% de variación
	2013	2014	
CO	3,718	2,012	-46
THC	N/A	N/A	N/A
NMHC	0,421	0,306	-27
VOC	0,423	0,309	-27
TOG	0,435	0,320	-26
NOx	0,089	0,059	-34
SOx	0,007	0,006	-14
MP-10	0,013	0,012	-8
MP-2,5	0,007	0,007	0

N/A: No Aplica

Fuente: Algoritmos 2015.

La disminución en las tasas de emisión se asocia a dos factores, el primero de ellos, una menor cantidad de vehículos que ingresaron a las áreas indicadas (según lo indicado por la Inspección Fiscal de Explotación del Contrato de Concesión Aeropuerto Arturo Merino Benítez) y la segunda a una mejor tecnología asociada a la combustión de motores.

5.5 Fuentes Estacionarias

Las emisiones generadas por las Fuentes Estacionarias durante el año 2014, presentan una disminución respecto de las tasas de emisiones presentadas en el Inventario 2013 en todos los contaminantes. Esta diferencia se presenta producto de la utilización de combustibles como gas natural.

Tabla N° 26
Variación de Tasas de Emisión de Fuentes Estacionarias (ton/año)

Contaminante	Toneladas al Año		% de variación
	2013	2014	
CO	6,781	3,184	-53
THC	N/A	N/A	N/A
NMHC	2,193	1,559	-29
VOC	2,27	1,625	-28
TOG	2,65	1,949	-26
NOx	17,432	15,824	-9
SOx	10,459	8,478	-19
MP-10	1,038	0,875	-16
MP-2,5	0,981	0,829	-15

N/A: No Aplica
Fuente: Algoritmos 2015.

5.6 Emisiones Totales

A continuación, en la Tabla N° 26 se presentan las emisiones totales resultantes producto de las actividades generadas en el Aeropuerto AMB para el año 2014 y las emisiones presentadas en el Inventario 2013.

Tabla N° 27
Variación de Tasas de Emisiones Totales

Contaminante	Año		% de variación
	2013	2014	
CO	429,812	386,276	-10
THC	20,071	19,318	-4
NMHC	35,615	33,428	-6
VOC	35,945	33,850	-6
TOG	37,397	35,127	-6
NOx	385,518	389,492	1
SOx	34,191	31,9924	-6
MP-10	5,231	8,3034	59
MP-2,5	4,856	5,225	8

Fuente: Algoritmos 2015.

De la Tabla anterior, se observa una disminución en las tasas de emisión respecto a las emisiones presentadas durante el año 2013 en el CO, NMHC, VOC, TOG y SOx, debido a una mejor tecnología utilizada en las aeronaves. En tanto que el aumento de las emisiones de material particulado se asocia a un incremento de la operación de aeronaves, además de las emisiones provenientes de quemas agrícolas y erosión eólica en el área de extracción de pumicita.

6 CONCLUSIONES

Respecto de las emisiones de material particulado MP_{10} y $MP_{2,5}$ y gases CO, THC, NMHC, VOC, TOG, NO_x y SO_x , estimadas para las actividades desarrolladas en el Aeropuerto AMB, junto con las emisiones generadas por fuentes externas para el año 2014, es posible señalar que:

- Las mayores emisiones provenientes de las operaciones al interior del Aeropuerto durante el año 2014, se asocian a las Aeronaves seguidos por los Grupos de Soporte Terrestre, a excepción de las emisiones de CO las cuales son generadas principalmente por esta última fuente, en donde las emisiones de este contaminante son superiores.
- Las máximas emisiones de CO generadas en el Aeropuerto AMB provienen de los Grupos de Soporte Terrestre, con un 62% de las emisiones totales de CO, mientras que las mínimas emisiones de este contaminante provienen de las quemas agrícolas, con un 0,3%.
- Las máximas emisiones de THC generadas en Aeropuerto AMB provienen de la operación de las Aeronaves que representan el 98% de la emisión total de este contaminante.
- Las máximas emisiones de NMHC generadas en el Aeropuerto AMB provienen de la operación de las Aeronaves que representan el 65% seguido de los GSE equivalente al 24%.
- Las máximas emisiones de VOC generadas en Aeropuerto AMB provienen de la operación de las aeronaves que representan el 64% de la emisión total de este contaminante.
- Las máximas emisiones de TOG generadas en el Aeropuerto AMB provienen de la operación de las aeronaves que representan el 62% de la emisión total de este contaminante.
- Las máximas emisiones de NO_x generadas en el Aeropuerto AMB provienen de la operación de las aeronaves que representan el 85%, seguido de las emisiones producidas por los grupos de soporte en tierra equivalente al 7% y finalmente las quemas agrícolas son quienes aportan la menor cantidad de NO_x con un 0,01% de la emisión total de este contaminante.
- Las máximas emisiones de SO_x generadas en el Aeropuerto AMB provienen de la operación de las aeronaves que representan el 67% seguido de las Fuentes Estacionarias equivalente al 27% y finalmente se encuentran las quemas agrícolas con un aporte mínimo equivalente al 0,02% de la emisión total de este contaminante.

- Las máximas emisiones de MP_{10} generadas en el Aeropuerto AMB provienen de la erosión eólica que representan el 33% de la emisión total de este contaminante, seguida por la operación de Aeronaves equivalentes al 25% y finalmente se encuentra las Unidades de Energía Auxiliar con un 13% de MP_{10} .
- Las máximas emisiones de $MP_{2,5}$ generadas en el Aeropuerto AMB provienen de la operación de Aeronaves que representan el 40% de la emisión total de este contaminante, seguida por las Unidades de Energía Auxiliar equivalentes al 20%.
- En resumen, se puede concluir que las tasas de emisiones presentaron una disminución en sus valores respecto de lo obtenido para el año 2013 para CO, NMHC, VOC y SO_x, lo cual se atribuye principalmente a una mejor tecnología utilizada en las aeronaves, pese a que hubo un aumento de los Ciclos LTO con respecto al año 2013. Por otra parte, se produjo un aumento de las emisiones de THC, NO_x, MP_{10} , $MP_{2,5}$ respecto al año 2013, por el aumento de grupos de energía auxiliar y de la superficie expuesta a erosión eólica en la zona de extracción de pumicita.

7 Anexo I

CONTEO DE FLUJO VEHICULAR

En el presente anexo se describe la campaña de medición de flujo vehicular realizada en los caminos de acceso al Aeropuerto AMB, actualizando la distribución del flujo vehicular que ingresa a éste. Las mediciones se realizaron durante el mes de julio de 2015.

El ingreso al Aeropuerto se realiza mediante una desviación desde la autopista Costanera Norte a la altura de Avda. Armando Cortines Oriente, desde este punto la ruta se divide en tramos de acceso a las siguientes áreas del Aeropuerto:

- Puerto de embarque de pasajeros.
- Estacionamiento de pasajeros.
- Sector de carga nacional e internacional.
- Sector de hotel y proveedores.
- Torre de control DGAC.

Para contabilizar los vehículos, en cada punto de bifurcación se ubicó un observador que realizó una clasificación y registro de los vehículos que ingresaban por dichos caminos.

Las mediciones se repitieron durante una semana entre los días jueves 02 y miércoles 08 de julio del 2015, en los siguientes horarios:

- Día hábil, desde las 09:00 hrs hasta las 17:00 hrs.
- Día no hábil, desde las 09:00 hrs hasta las 14:00 hrs.

Adicionalmente, se agregó una medición en horario punta, realizada el día miércoles 29 de julio del 2015 entre las 05:30 hrs y las 09:00 hrs.

En todas las mediciones, un observador fue provisto de una planilla y los insumos necesarios para registrar el flujo vehicular observado, diferenciando los vehículos según la siguiente clasificación:

- Moto
- Vehículo liviano (autos, camionetas)
- Furgones (transporte de pasajeros)
- Buses
- Camión de 2 ejes

- Camión de más de 2 ejes

En las siguientes Tablas N° A.1 hasta Tabla N° A.6, se presentan los resultados de las mediciones de flujo vehicular en cada punto de acceso. Los resultados fueron tabulados por día, hora y tipo de vehículos.

Tabla N° A. 1
Flujo Vehicular hacia Puerto de Embarque

DÍAS	HORAS	MOTO	VEH-LIV	FURGÓN	BUS	C. 2 EJES	C. MÁS 2 EJES
JUEVES	7	9	2.557	664	90	21	4
VIERNES	7	11	2.788	731	80	29	0
SÁBADO	5	0	1.734	416	68	13	0
DOMINGO	5	1	2.122	487	57	5	0
LUNES	7	1	2.963	713	94	27	0
MARTES	7	1	2.110	625	72	20	2
MIÉRCOLES	7	0	2.054	506	67	12	0
TOTAL	45	23	16.327	4.142	528	125	5

Fuente: Algoritmos 2015.

Tabla N° A. 2
Flujo Vehicular hacia Sector de Estacionamiento

DÍAS	HORAS	MOTO	VEH-LIV	FURGÓN	BUS	C. 2 EJES	C. MÁS 2 EJES
JUEVES	7	5	493	82	0	6	0
VIERNES	7	1	299	232	27	1	0
SÁBADO	5	2	1.092	167	2	3	0
DOMINGO	5	0	1.147	88	2	1	0
LUNES	7	2	1.737	192	7	8	0
MARTES	7	2	1.352	166	6	5	0
MIÉRCOLES	7	0	1.467	207	8	6	0
TOTAL	45	11	7.585	1.132	52	29	0

Fuente: Algoritmos 2015.

Tabla N° A. 3
Flujo Vehicular hacia Terminal de Carga

DÍAS	HORAS	MOTO	VEH-LIV	FURGÓN	BUS	C. 2 EJES	C. MÁS 2 EJES
JUEVES	7	36	558	516	82	155	1
VIERNES	7	27	395	383	71	104	4
SÁBADO	5	1	203	233	46	12	2
DOMINGO	5	3	201	213	49	3	1
LUNES	7	18	404	443	85	116	2
MARTES	7	21	269	345	71	113	1

DÍAS	HORAS	MOTO	VEH-LIV	FURGÓN	BUS	C. 2 EJES	C. MÁS 2 EJES
MIÉRCOLES	7	19	346	366	68	93	7
TOTAL	45	124	2.374	2.498	472	595	17

Fuente: Algoritmos 2015.

Tabla N° A. 4
Flujo Vehicular hacia Sector Hotel y Proveedores

DÍAS	HORAS	MOTO	VEH-LIV	FURGÓN	BUS	C. 2 EJES	C. MÁS 2 EJES
JUEVES	7	13	846	84	17	76	2
VIERNES	7	22	1.120	74	7	62	2
SÁBADO	5	9	546	57	4	28	3
DOMINGO	5	3	502	33	2	7	1
LUNES	7	28	1.171	108	16	64	2
MARTES	7	15	981	100	14	67	2
MIÉRCOLES	7	19	1.063	112	9	66	5
TOTAL	45	108	6.228	567	69	369	17

Fuente: Algoritmos 2015.

Tabla N° A. 5
Flujo Vehicular hacia Sector DGAC

DÍAS	HORAS	MOTO	VEH-LIV	FURGÓN	BUS	C. 2 EJES	C. MÁS 2 EJES
JUEVES	7	10	349	159	52	37	6
VIERNES	7	19	440	188	51	47	9
SÁBADO	5	0	100	74	16	11	3
DOMINGO	5	0	94	57	6	5	0
LUNES	7	11	402	192	36	43	2
MARTES	7	14	407	188	42	62	9
MIÉRCOLES	7	11	385	199	42	50	4
TOTAL	45	65	2.177	1.057	244	255	32

Fuente: Algoritmos 2015.

A partir de los resultados mostrados en las tablas A.1 hasta A.5, se obtuvieron los totales promedios de vehículos contabilizados durante una semana para cada camino de acceso, los resultados se presentan en la siguiente tabla A.6.

Tabla N° A. 6
Totales Promedios de Vehículos Contabilizados durante 1 Semana

CAMINOS	MOTO	VEH-LIV	FURGÓN	BUS	C. 2 EJES	C. + 2 EJES
Puerto de Embarque	3	2333	592	75	18	1
Estacionamiento	2	1285	162	7	4	0

CAMINOS	MOTO	VEH-LIV	FURGÓN	BUS	C. 2 EJES	C. + 2 EJES
Terminal de carga	18	339	357	67	85	3
Hotel Proveedores	16	890	81	10	53	2
DGAC	9	311	151	35	36	5

Fuente: Algoritmos 2015.

En la siguiente Tabla N° A.7 se muestran los resultados de conteo de vehículos realizado en horario punta, de 05:30 hrs hasta las 09:00 hrs.

Tabla N° A. 7
Flujo Vehicular Horario Punta, miércoles 29 de julio

CAMINOS	MOTO	VEH-LIV	FURGÓN	BUS	C. 2 EJES	C. + 2 EJES
Puerto de Embarque	0	1.623	409	39	7	4
Estacionamiento	0	1.032	122	5	1	0
Terminal de carga	12	181	165	40	6	4
Hotel Proveedores	8	341	50	36	9	5
DGAC	40	649	118	38	11	2
TOTAL	60	3.826	864	158	34	15

Fuente: Algoritmos 2015.

Los totales promedios (Tabla N° A.6) fueron sumados al total de vehículos contabilizados en horario punta (Tabla N° A.7). Los resultados se muestran en la Tabla N° A.8.

Tabla N° A. 8
Flujo Vehicular Estimado para cada Camino de Acceso

CAMINOS	MOTO	VEH-LIV	FURGÓN	BUS	C. 2 EJES	C. + 2 EJES
Puerto de Embarque	3	3956	1001	114	25	5
Estacionamiento	2	2317	284	12	5	0
Terminal de carga	30	520	522	107	91	7
Hotel Proveedores	24	1231	131	46	62	7
DGAC	49	960	269	73	47	7

Fuente: Algoritmos 2015.

Finalmente, a partir de la Tabla N A.8 se obtuvo el total de vehículos (sin clasificación) contabilizado por camino de acceso y el gran total considerado como la suma de todos los vehículos contabilizados durante todas las campañas de terreno. Los resultados se presentan en la Tabla N° A.9.

Tabla N° A. 9
Total de Vehículos Contabilizados por Acceso

Caminos	Total de Veh. Por Camino de Acceso	Gran Total
Puerto de Embarque	5.104	11.904
Estacionamiento	2.621	
Terminal de carga	1.277	
Hotel Proveedores	1.501	
DGAC	1.401	

Fuente: Algoritmos 2015.

A partir de los resultados de la Tabla N° A.9 se procedió a calcular la distribución de flujo vehicular, dividiendo cada número de vehículos contabilizado por camino de acceso por el gran total de vehículos contabilizados en terreno.

Tabla N° A. 10
Porcentaje de Distribución de Flujo Vehicular por Camino de Acceso (%)

Caminos	Distribución de Flujo Vehicular	Total
Puerto de Embarque	11,8	100
Estacionamiento	22,0	
Terminal de carga	42,9	
Hotel Proveedores	12,6	
DGAC	10,7	

Fuente: Algoritmos 2015.

Los resultados de la Tabla N° A.10 fueron utilizados para la actualización del cálculo de distribución de flujo vehicular en los caminos de acceso al Aeropuerto Arturo Merino Benítez, para la elaboración del Inventario de Emisiones Atmosféricas del año 2014.